

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0085894

(43) 공개일자 2023년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A23J 3/22 (2006.01) A23J 3/26 (2006.01)

A23P 20/20 (2016.01) A23P 30/20 (2016.01)

B33Y 10/00 (2015.01) B33Y 80/00 (2015.01)

(52) CPC특허분류

A23J 3/225 (2013.01)

A23J 3/227 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-7044614

(22) 출원일자(국제) 2021년10월14일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2022년12월19일

(86) 국제출원번호 PCT/IL2021/051220

(87) 국제공개번호 WO 2022/079717

국제공개일자 2022년04월21일

(30) 우선권주장

278052 2020년10월14일 이스라엘(IL)

(71) 출원인

리디파인 미트 엘티디.

이스라엘 7870110 레호보트 오픈하이머 스트리트 10

(72) 발명자

디코프스키 다니엘

이스라엘 4076717 아리엘 하네게브 스트리트 33/2
피오비 6134

하우스너 조나단

이스라엘 4428840 케파르 사바 바르칸 스트리트 6

(74) 대리인

김진희, 김태홍

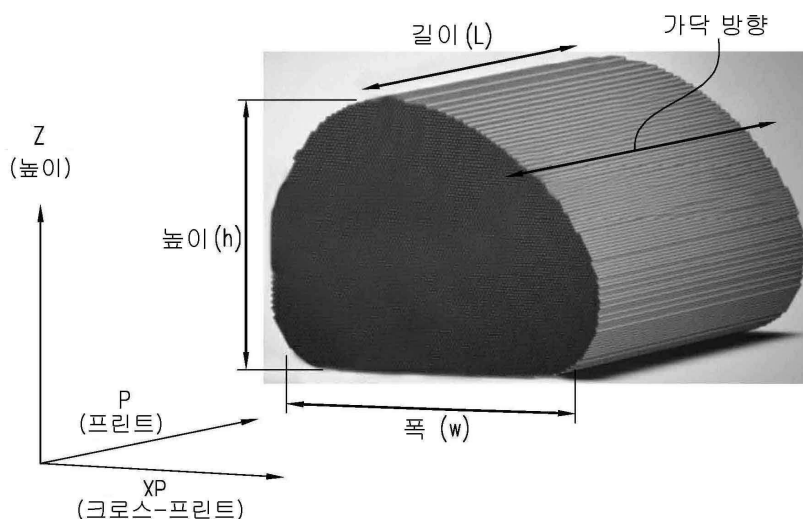
전체 청구항 수 : 총 49 항

(54) 발명의 명칭 대체육 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 개시내용은 식용 대체육 및 이의 제조 방법을 제공하는 것에 관한 것이며, 여기서 대체육은 복수의 단백질 가닥 및 가닥간 시스 물질을 포함하고, 상기 식용 대체육의 적어도 하나의 샘플에서, 다음 조건: (i) 복수의 단백질 가닥은 본질적으로 정렬되는 것; (ii) 단백질 가닥의 적어도 일부는 가닥간 시스 물질에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸이는 것; (iii) 가닥간 시스 물질은 30℃ 초과 용점을 갖는 적어도 하나의 성분을 포함하는 것; 및 (iv) 가닥간 시스 물질은 적어도 2 개의 이웃하는 이격된 단백질 가닥 사이를 상호연결하는 네트워크를 형성하는 것이 충족되고, 상기 가닥간 시스 물질은 다음 물리적 특성: (a) 적어도 46 N의 대체육의 시편의 평균 경도; 및 (b) 대체육의 시편의 적어도 0.012 MPa의 평균 인장 강도 중 적어도 하나를 제공하도록 선택된다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

A23J 3/26 (2013.01)
A23P 20/20 (2016.08)
A23P 30/20 (2016.08)
B33Y 10/00 (2013.01)
B33Y 80/00 (2013.01)
A23V 2002/00 (2013.01)
A23V 2250/248 (2013.01)
A23V 2250/51 (2013.01)
A23V 2300/24 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 단백질 가닥 및 가닥간 시스(sheath) 물질을 포함하는 식용 대체육(meat analogue)으로서,
 상기 식용 대체육의 적어도 하나의 샘플에서, 하기 조건:
 상기 복수의 단백질 가닥은 상기 적어도 하나의 샘플의 P 축을 따라 본질적으로 정렬되는 것;
 단백질 가닥의 적어도 일부는 가닥간 시스 물질에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸이는 것;
 상기 가닥간 시스 물질은 30℃ 초과 용점을 갖는 적어도 하나의 성분을 포함하는 것;
 상기 가닥간 시스 물질은 적어도 2 개의 이웃하는 이격된 단백질 가닥 사이를 상호연결하는 네트워크를 형성하는 것이 충족되고,
 상기 가닥간 시스 물질은 하기 물리적 특성:
 상기 식용 대체육의 시편에서 단백질 가닥의 공칭 방향에 수직인 적어도 2 개의 방향으로부터 측정될 때 적어도 46 N의 평균 경도; 및
 상기 식용 대체육의 시편에서 가닥의 상기 공칭 방향에 수직인 적어도 2 개의 방향으로부터 측정될 때 적어도 0.012 MPa의 평균 인장 강도
 중 적어도 하나를 제공하도록 선택되는 것인 식용 대체육.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 네트워크는 상기 복수의 가닥의 일부 사이를 상호연결하는 것인 식용 대체육.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 단백질 가닥은 조직화된 단백질을 포함하는 것인 식용 대체육.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스는 이웃하는 가닥 사이의 공간을 차지하는 것인 식용 대체육.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 공간은 50 μm 내지 5 mm의 치수를 갖는 것인 식용 대체육.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스는 단백질을 포함하는 것인 식용 대체육.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스는 다당류를 포함하는 것인 식용 대체육.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스는 식물 단백질, 조직화된 식물성 단백질(TVP) 및 고 수분 압출된(HME) 단백질로부터 선택된 단백질을 포함하는 것인 대체육.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스는 펙틴, 알기네이트, 카라기난, 키토산, 전분, 셀

를로스 유도체, 갈락토만난 및 이들의 조합으로부터 선택된 다당류를 포함하는 것인 식용 대체육.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스 물질은 적어도 하나의 단백질과 적어도 하나의 다당류의 조합을 포함하는 것인 식용 대체육.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스는 κ -카라기난을 포함하는 것인 식용 대체육.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스는 글루텐을 포함하는 것인 식용 대체육.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스 물질은 상이한 융점을 갖는 2 이상의 성분의 조합을 포함하고, 적어도 하나는 고체이고, 적어도 하나는 30℃ 내지 70℃의 온도에서 액체인 식용 대체육.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스 물질은 각각의 단백질 가닥의 적어도 50%를 둘러싸는 것인 식용 대체육.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 하기 특성:

- 식용 대체육의 시편에서 상기 단백질 가닥의 공칭 방향으로 측정될 때 적어도 0.5 MPa의 압축 모듈러스;
- 상기 대체육의 시편에서 가닥의 상기 공칭 방향에 수직인 적어도 2 개의 방향으로부터 측정될 때 적어도 0.4 MPa의 평균 압축 모듈러스;
- 상기 대체육의 시편의 단백질 가닥의 공칭 방향으로 측정할 때 적어도 52 N의 경도;
- 상기 대체육의 시편에서 상기 가닥의 공칭 방향으로 측정될 때 적어도 0.035 MPa의 인장 강도

중 적어도 하나를 특징으로 하는 식용 대체육.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 압축 모듈러스는 20 mm*20 mm*20 mm의 치수를 갖는 시편에서 측정되는 것인 식용 대체육.

청구항 17

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 경도는 20 mm*20 mm*20 mm의 치수를 갖는 시편에서 측정되는 것인 식용 대체육.

청구항 18

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 인장 강도는 50 mm*20 mm*10 mm의 치수를 갖는 시편에서 측정되는 것인 식용 대체육.

청구항 19

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 단백질 가닥이 대체육의 종축에 수직인 방향으로 존재하는 스테이크의 형태인 식용 대체육.

청구항 20

대체육을 제조하기 위한 적층 가공(additive manufacturing) 방법으로서,

- (a) 하나 이상의 단백질 가닥을 적어도 하나의 단백질 층으로 분배하는 단계로서, 각각의 상기 단백질 층은 본질적으로 정렬된 단백질 가닥을 포함하고, 상기 단백질 가닥의 적어도 일부는 그의 이웃하는 가닥으로부터 이격되는 것인 단계;
- (b) 하나 이상의 단백질 층에 걸쳐 가닥간 시스 물질을 분배하는 단계; 및
- (c) 상기 대체육에 대한 원하는 치수에 도달할 때까지 상기 단계 (a) 및 (b)를 반복하는 단계를 포함하고, 상기 가닥간 시스 물질은 이웃하는 가닥 사이의 공간을 차지하는 것인 적층 가공 방법.

청구항 21

제20항에 있어서, 단백질 가닥은 이의 적어도 일부가 앞서 분배된 단백질 층의 가닥 사이의 공간에 들어맞는 방식으로 분배되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 22

제20항 또는 제21항에 있어서, 상기 가닥간 시스 형성 물질은 적어도 2 개의 순차적 단백질 층 사이를 상호연결하는 방식으로 분배되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 23

제20항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서, 가닥 사이 공간의 적어도 일부는 분배된 가닥간 형성 물질이 위에 오버레이되는 단백질 층을 상호 교차하고 앞서 분배된 가닥간 시스 형성 물질과 접촉하게 되는 것을 허용하는 치수를 갖는 것인 적층 가공 방법.

청구항 24

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스는 시트 형태로 단백질 층 상에 적용되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 시트는 0.05 mm 내지 1 mm의 단면 치수(두께)를 갖는 것인 적층 가공 방법.

청구항 26

제20항 내지 제25항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스 물질은 필름 또는 부직포 메쉬의 형태인 적층 가공 방법.

청구항 27

제20항 내지 제26항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스 형성 물질은 상기 단백질 가닥의 적어도 일부에 걸쳐 들어맞도록 구성된 교대하는 세장형 오목 세그먼트를 갖는 물결 모양 시트의 형태로 상기 단백질 가닥 층 상에 적용되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 28

제20항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스 형성 물질은 액체 형태로 분배되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 29

제28항에 있어서, 액체 형태의 가닥간 시스 형성 물질은 압출, 분무, 브러싱, 침지, 분배, 잉크-젯 프린팅, 스 크린 프린팅 중 어느 하나에 의해 선행 층 상에 적용되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 30

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스 형성 물질은 분말 형태로 분배되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 31

제20항 내지 제30항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스 형성 물질의 적용 단계는 상기 가닥간 시스 형성 물질이 액체인 온도에서 수행되고, 상기 방법은 일단 적용된 후에 가닥간 시스 형성 물질을 이것이 고화되는 온도로 냉각시키는 것을 포함하는 것인 적층 가공 방법.

청구항 32

제20항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서, 단백질 층의 단백질 가닥은, 상기 단백질 층을 단백질 층의 평면에 수직인 단면 평면에서 볼 때, 단백질 가닥의 허니콤 유사 배열을 형성하도록 그의 선행 단백질 층의 2 개의 이웃하는 단백질 가닥 사이 공간의 정상부에 적용되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 33

제20항 내지 제32항 중 어느 한 항에 있어서, 단백질 층은 그 안의 단백질 가닥이 앞서 적용된 단백질 층과 본질적으로 정렬되도록 적용되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 34

제20항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서, 층 상에 압력을 인가하는 단계를 포함하는 적층 가공 방법.

청구항 35

제34항에 있어서, 상기 인가된 압력은 상기 대체육 또는 이의 일부의 적어도 5% 부피 감소를 야기하는 것인 적층 가공 방법.

청구항 36

제34항에 있어서, 상기 인가된 압력은 상기 대체육 또는 이의 일부의 적어도 5% 밀도 증가를 야기하는 것인 적층 가공 방법.

청구항 37

제32항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압력은 층의 표면에 수직인 방향에서 인가되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 38

제34항에 있어서, 상기 압력은 진공 압력을 포함하는 것인 적층 가공 방법.

청구항 39

제34항 내지 제38항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압력은 상기 대체육이 그의 원하는 치수에 도달한 후에 또는 N 개의 단백질 층이 분배된 후에 인가되고, N은 1 이상의 정수인 적층 가공 방법.

청구항 40

제20항 내지 제39항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 가닥은 상기 가닥의 세그먼트를 본질적으로 정렬된 구성으로 유지하면서 단일의 세장형 가닥을 분배함으로써 형성되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 41

제20항 내지 제40항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 가닥은 각각의 가닥이 적어도 이웃하는 가닥과 본질적으로 정렬되도록 개별 가닥을 분배함으로써 형성되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 42

제20항 내지 제41항 중 어느 한 항에 있어서, 각각의 단백질 가닥은 0.1 mm 내지 10 mm 범위 내의 단면 치수를 갖는 것인 적층 가공 방법.

청구항 43

제20항 내지 제42항 중 어느 한 항에 있어서, 각각의 시스는 0.1 mm 내지 5 mm 범위 내의 두께를 갖는 것인 적층 가공 방법.

청구항 44

제20항 내지 제43항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 하나의 열처리를 포함하는 적층 가공 방법.

청구항 45

제44항에 있어서, 가닥간 시스 형성 물질의 적어도 일부를 적용한 후 열처리를 포함하는 적층 가공 방법.

청구항 46

제44항에 있어서, 상기 열처리는 대체육 또는 그의 일부를 적어도 40℃의 코어 온도로 제어 가열하는 것을 포함하는 것인 적층 가공 방법.

청구항 47

제20항 내지 제46항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가닥간 시스 물질은 하기 물리적 특성,

상기 식용 대체육의 시편에서 단백질 가닥의 공칭 방향에 수직인 적어도 2 개의 방향으로부터 측정될 때 적어도 46 N의 평균 경도; 및

상기 식용 대체육의 시편에서 가닥의 상기 공칭 방향에 수직인 적어도 2 개의 방향으로부터 측정될 때 적어도 0.012 MPa의 평균 인장 강도

중 적어도 하나를 제공하도록 선택되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 48

제47항에 있어서, 상기 경도는 20 mm*20 mm*20 mm의 치수를 갖는 시편에서 측정되는 것인 적층 가공 방법.

청구항 49

제47항에 있어서, 상기 인장 강도는 50 mm*20 mm*10 mm의 치수를 갖는 시편에서 측정되는 것인 적층 가공 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용은 식품 산업, 및 구체적으로 대체육(meat analogue) 산업에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 참고문헌

[0003] 현재 개시된 주제의 배경과 관련이 있는 것으로 간주되는 참고문헌이 하기에 열거된다:

[0004] - 미국 특허 번호 제2,682,466호

[0005] - 미국 특허 번호 제2,730,447호

[0006] - 미국 특허 번호 제2,730,448호

[0007] - 국제 특허 출원 공개 번호 제W02020/152689호

[0008] - 국제 특허 출원 공개 번호 제W02020/030628호

[0009] - 국제 특허 출원 공개 번호 제W02020/030628호

[0010] 본원에서 상기 참고문헌의 승인은 이들이 현재 개시된 주제의 특허성과 어떠한 방식으로든 관련된다는 것을 의미하는 것으로 추론되어서는 안 된다.

[0011] 배경

- [0012] 적층 가공(additive manufacturing) 기술의 개발은 식품 산업, 구체적으로 대체육 산업에서 크게 성장하고 있다.
- [0013] 이미 지난 1950년대에 고단백 인공(합성) 육류의 제조가 미국 특허 번호 제2,682,466호, 제2,730,447호 및 제2,730,448호에 기재되었는데, 이에 따르면 일정량의 단백질 필라멘트/섬유가 식용 결합제를 사용하여 함께 결합된다.
- [0014] 최근, 공개 번호 제W02020/152689A1호에서 대체육 내에 개별적으로 분배된 단백질-기반 성분 및 지방-기반 성분을 포함하는 대체육이 기재되었고; 여기서, 대체육은 지방-기반 성분으로 본질적으로 이루어진 적어도 하나의 다른 세그먼트와 화학적으로 별개인 단백질 기반 성분으로 본질적으로 이루어진 적어도 하나의 세그먼트를 포함하고; (i) 대체육의 입방 샘플이 이방성 물리적 특성을 나타내고, (ii) 대체육이 단백질 기반 성분 및 지방-기반 성분의 불균질한 분포를 포함하는 것 중 적어도 하나가 충족된다. 또한, 대체육의 제조 방법이 본원에 개시되며, 상기 방법은 바람직하게는 대체육의 디지털 프린팅을 수반한다.
- [0015] 추가로 최근에, 공개 번호 제W02020/030628호에는 육류의 기계적 특성과 유사한 압축 및 인장 영률을 갖는 식용 미세압출 제품, 바람직하게는 육류 대용품이 기재되어 있고, 상기 식용 제품은 점탄성 조성물로 제조된 미세압출 요소의 여러 층을 포함하고, 점탄성 조성물은 적절한 식용 용매, 다량의 단백질 및 식용 유사가소성 폴리머를 포함한다. 상기 제품은 특히 3D 프린팅 방법을 사용하여 수득된다.
- [0016] 또한 추가로, 제W02020/030628호에는 점탄성 미세압출 요소의 2 개 이상의 층을 포함하는 식용 미세압출된 제품의 제조 방법이 기재되어 있으며, 각각의 압출된 요소는 단백질, 식용 유사가소성 폴리머 및 적절한 식용 용매를 포함한다. 식용 복합 제품이 또한 기재되어 있다.

발명의 내용

[0017] 일반적인 설명

- [0018] 본 개시내용은, 이의 제1 측면에 따라, 복수의 단백질 가닥 및 복수의 가닥간 시스(sheath) 물질을 포함하는 식용 제품, 바람직하게는 육류 모사 식용 제품을 제공하고, 여기서
- [0019] 상기 식용 대체육의 적어도 하나의 샘플에서, 하기 조건:
- [0020] 상기 복수의 단백질 가닥은 상기 적어도 하나의 샘플에서 본질적으로 정렬되는 것;
- [0021] 단백질 가닥의 적어도 일부는 가닥간 시스 물질에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸이는 것;
- [0022] 상기 가닥간 시스 물질은 30℃ 초과인 용점을 갖는 적어도 하나의 성분을 포함하는 것;
- [0023] 상기 가닥간 시스 물질은 적어도 2 개의 이웃하는 이격된 단백질 가닥 사이를 상호연결하는 네트워크를 형성하는 것이 충족되고,
- [0024] 상기 가닥간 시스 물질은 하기 물리적 특성:
- [0025] 상기 식용 제품의 시편에서 단백질 가닥의 공칭 방향에 수직인 적어도 2 개의 방향으로부터 측정될 때 적어도 46 N의 평균 경도; 및
- [0026] 상기 식용 제품의 시편에서 가닥의 상기 공칭 방향에 수직인 적어도 2 개의 방향으로부터 측정될 때 적어도 0.012 MPa의 평균 인장 강도
- [0027] 중 적어도 하나를 상기 식용 제품에 제공하도록 선택된다.
- [0028] 또한, 본 개시내용은, 대체육을 제조하기 위한 적층 가공 방법으로서,
- [0029] (a) 하나 이상의 단백질 가닥을 적어도 하나의 단백질 층에 분배하는 단계로서, 각각의 상기 단백질 층은 본질적으로 정렬된 단백질 가닥을 포함하고, 상기 단백질 가닥의 적어도 일부는 이의 이웃하는 가닥으로부터 이격되는 것인 단계;
- [0030] (b) 하나 이상의 단백질 층 위로 가닥간 시스 물질을 분배하는 단계; 및
- [0031] (c) 상기 대체육에 대한 원하는 치수에 도달할 때까지 상기 단계 (a) 및 (b)를 반복하는 단계를 포함하고, 상기 시스 물질은 이웃하는 가닥 사이의 공간을 차지하는 것인 적층 가공 방법을 제공한다.
- [0032]

도면의 간단한 설명

- [0033] 본원에 개시된 주제를 더 잘 이해하고 실제로 어떻게 수행될 수 있는지를 예시하기 위해, 실시양태는 이제 다음과 같은 첨부된 도면을 참조하여 비제한적인 예로서만 기재될 것이다.
- 도 1a 내지 도 1b는 대체육 슬래브(도 1a) 및 대체육 스테이크(도 1b)의 것을 포함하는, XP 축(폭), Z 축(높이) 및 P 축(길이)을 포함한 공간 차원의 표시가 있는 대체육의 3D 모델을 제공한다.
- 도 2a 내지 도 2g는 본질적으로 모든 가닥이 이격되어 있고 평평한 시스 물질을 사용하여 상호연결된 구성(도 2a); 쌍을 이룬 가닥의 교대 층을 갖는 구성(도 2b); 2 개의 본질적으로 정렬된 단층으로 구성된 각 단백질 층을 갖는 구성(도 2c); 각 층이 단일 또는 쌍을 이룬 가닥의 단층을 포함하는 구성(도 2d); 가닥 사이에 무작위 갭을 갖는 구성(도 2e); 물결 모양의 시스 물질 및 단백질 물질의 다층을 사용하여 생성된 구성(도 2f), 및 각 단백질 단층이 물결 모양의 시스 물질에 의해 분리되는 구성(도 2g)을 포함하는, 본 개시내용의 일부 비-제한적 구성에 따른 단백질 가닥 및 시스 물질에 대한 여러 어셈블리 평면의 개략적 단면도(Z-XP 평면)이다.
- 도 3a 내지 도 3e는 단백질 가닥의 층 위에 배치되기 전 가닥간 시스에 대한 상이한 구성의 개략도이다.
- 도 4a 내지 도 4c는 어셈블리 후 측면도 및 상면도(도 4a 내지 도 4b), 및 어셈블리된 층을 압축한 후 측면도(도 4c)를 포함하는 다층 대체육의 이미지이다.
- 도 5a 내지 도 5b는 도 2a에 예시된 유형의 제조 방법 후에 수득된 대체육의 이미지이고; 도 5a는 광학 이미지를 제공하고, 반면에 도 5b는 눈금이 있는 동일한 이미지를 제공한다.
- 도 6a 내지 도 6b는 인장 시험을 수행하기 위해 구성된 시스템의 그립핑(gripping) 요소의 2 개의 이미지이며, 도 6b는 그립퍼에 의한 대체육의 보유를 가능하게 하는 그립퍼(gripper)의 내부의 거친 표면을 보여주고; 반면에 도 6a는 그립퍼에 의해 수용된 대체육을 보여준다.
- 도 7a 내지 도 7c는 P 축(도 7a), XP 축(도 7b) 및 Z 축(도 7c)을 따른 인장 강도 측정이다.
- 도 8은 도 7a 내지 도 7c의 결과를 보여주는 그래프이다.
- 도 9a 내지 도 9b는 카라기난 및 글루텐을 포함하는 대체육 샘플(Car-Glu, 도 9a) 대 실제 육류(도 9b)를 비교한 이미지이다.
- 도 10a 내지 도 10c는 아암 및 플레이트를 포함하는 T-자형 고정 부재를 포함하는 인장 강도 측정 부재의 예시(도 10a); 및 시험 시편을 샌드위치하는 한 쌍의 T-자형 고정물(도 10b); 및 작동 중인 인장 강도 측정 시스템의 이미지(도 10c)를 제공한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 실시양태의 상세한 설명
- [0035] 본 개시내용은 결합 조직 및 보다 구체적으로 근막이 쇠육류의 물리적 및 관능적 특성에서 중요한 역할을 한다는 이해에 기초한다. 따라서, 대체육의 품질을 개선하기 위해, 구체적으로, 적어도 페리미시움의 기능을 모사하는, 즉, 대체육의 섬유질 성분을 함께 수용할 수 있는 성분을 임의의 대체육 내에 혼입시키는 것이 중요한 것으로 고려된다.
- [0036] 상기 이해에 기초하여, 개선된 대체육 및 이를 수득하는 방법이 개발되었다.
- [0037] 구체적으로, 본원에 개시된 바와 같이, 복수의 단백질 가닥 및 복수의 가닥간 시스 물질을 포함하는 식용 대체육이 제공된다. 대체육에서 복수의 단백질 가닥은 상기 대체육의 본질적으로 종축을 따라 정렬되며, 가닥의 적어도 일부는 이웃하는 가닥으로부터 이격되고; 단백질 가닥의 적어도 일부는 가닥간 시스 물질에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸이고; 가닥간 시스 물질은 30℃ 초과 용점을 갖는 적어도 하나의 성분을 포함하고; 가닥간 시스 물질은 적어도 2 개의 이웃하고 이격되어 있는 단백질 가닥 사이를 상호연결하는 네트워크를 형성한다. 가닥간 시스 물질은 하기 물리적 특성:
- [0038] 대체육의 적어도 하나의 시편에서 단백질 가닥의 공칭 방향에 수직인 적어도 2 개의 방향으로부터 측정될 때 적어도 46 N의 평균 경도; 및
- [0039] 대체육의 적어도 하나의 시편에서 가닥의 상기 공칭 방향에 수직인 적어도 2 개의 방향으로부터 측정될 때 적어

도 0.012 MPa의 평균 인장 강도

- [0040] 중 적어도 하나를 갖는 식용 대체육을 제공하도록 선택된다.
- [0041] 본 개시내용의 맥락에서, 대체육 제품의 시편 또는 샘플이 언급되는 경우, 이는 전체 제품뿐만 아니라 가닥의 정렬의 시각화를 가능하게 하는 적어도 하나의 절단부를 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 일부 예에서, 시편은 약 1cm*1cm*1cm의 치수를 갖는 샘플이다. 시편은 정육면체 형상이어야 하는 것은 아니고, 정렬된 가닥의 적어도 2 개의 층을 포함하는 한 임의의 구성을 가질 수 있다.
- [0042] 본원에서 제공되는 대체육의 독특한 특징은 이들이 맛, 조직감, 소비자 경험 및 관련 기술분야에 정통한 자에 의해 전형적으로 조사되는 기타 특성의 관점에서 실제 육류 제품과 비슷하거나 비슷하도록 하는 것을 목표로 한다는 것이다. 이론으로 국한되지는 않지만, 가닥간 시스 물질의 첨가로 인해 실제 육류의 우수한 모사가 달성된 것으로 사료된다.
- [0043] 일부 예에서, 대체육이 언급되는 경우, 이는 용어 3D 프린팅으로도 공지된 적층 가공 기술을 사용하여 획득되는 본질적으로(및 바람직하게는 오로지) 동물질 비함유 육류 제품을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0044] 일부 예에서, 적층 가공 기술은 디지털 프린팅을 포함한다.
- [0045] 적층 가공 기술 분야의 당업자에 의해 이해되는 바와 같이, 방법은 전형적으로 디지털 모델에 기초하여 물질을 하나씩 적층함으로써 물리적(또는 3D) 물체를 생성하는 데 사용된다.
- [0046] 본원에 개시된 식용 대체육은 층을 포함한다. 각각의 층은 둘 이상의 본질적으로 정렬된 단백질 가닥을 포함하고, 차례로 쌓아서 적층된 층들의 조합은 상기 복수의 단백질 가닥을 포함한다.
- [0047] 단백질 가닥의 정렬은 도 1a(슬래브 예시) 및 도 1b(스테이크 예시/스테이크 세그먼트)에 예시되어 있다. 도 1a는 직교 좌표계에 대한 가닥의 방향을 예시하며, 가닥의 본질적인 정렬은 P 축에 본질적으로 평행하다. 도 1b는 본 개시내용에 따른 스테이크(102) 내의 가닥의 방향을 예시하며, 단백질 가닥(110)은 본질적으로 평행하고 P 축과 정렬된다. 도 1b는 또한 단백질 가닥(110) 사이에 간헐적으로 있는 일부 지방 물질(150)을 예시한다. 또한, 가닥을 상호연결하는 시스 물질(116)이 예시되어 있다. 특히, 도 1b는 도 1a에 도시된 바와 같이, 슬래브의 XP 축을 따라 절단된 스테이크를 예시한다. 그러나, 스테이크는 또한 슬래브를 프린팅하는 방향과 상관없이 임의의 다른 선을 따라 슬래브로부터 절단될 수 있다.
- [0048] 본 개시내용의 맥락에서, "단백질 가닥(들)"이 언급되는 경우, 이는 가닥 또는 막대의 형태를 갖고 가닥의 형상을 유지하면서 프린팅 층 상에 증착될 수 있는 하나 이상의 식용 단백질을 포함하는 조성물을 지칭하는 것으로 이해되어야 한다. 이는, 당 분야에 공지된 바와 같이, 조성물의 형상을 유지하는 것을 돕는 단백질 조성 물질로 조합하고/조합하거나(예를 들어, 하이드로겔의 사용에 의해) 조성물을 경화 작용 등에 노출시킴으로써 달성될 수 있다.
- [0049] 단백질 조성물은 다른 성분들을 포함할 수 있다.
- [0050] 일부 예에서, 단백질 가닥은 적어도 10 %w/w, 때때로 적어도 20 %w/w, 때때로 적어도 30 %w/w의 단백질(들)을 포함하는 단백질 조성물을 포함한다.
- [0051] 일부 예에서, 단백질 가닥은 적어도 50 %w/w의 물을 포함한다.
- [0052] 일부 예에서, 단백질 가닥은 조직화된 단백질을 포함한다.
- [0053] 이러한 맥락에서, 조직화된 단백질 물질이 언급되는 경우, 이는 조직화된 단백질 가닥 내의 단백질의 물리적 상태를 지정하는 것으로 이해되어야 한다. 일부 예에서, 단백질 물질은 섬유질 구조를 생성하도록 조직화된 물에 결합된 단백질 분자로 구성된다. 다른 예에서, 조직화된 단백질은 실질적으로 정렬된 섬유질 구조를 생성하기 위해 특정 방향으로 실질적으로 정렬된 단백질 분자를 포함한다. 단백질 물질의 정렬은, 예를 들어, 모두 관련 기술분야에 널리 공지된 조리 압출 공정, 전단 (쿠에트(Couette)) 셀 및/또는 스피닝에 의해, 뿐만 아니라 반죽에 기존에 존재하는 단백질 섬유 다발이 압출 방향에 대해 이들을 정렬하기 위해 좁은 통로를 통해 밀어 넣어지는 냉간 압출에 의해서도 달성될 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 조직화된 단백질 가닥이 언급되는 경우, 이는 가닥이 조직화 섬유질, 예를 들어, 본질적으로 축방향으로 정렬된 단백질 함유 섬유질의 하나 이상의 다발을 포함하고; 조직화 섬유질의 각각의 다발은 단백질 물질의 구조적으로 조직화된 컬렉션을 포함함을 의미하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0054] 일부 예에서, 단백질 물질은 변성 단백질을 포함한다. 변성 단백질은 단백질 변성 및/또는 단백질 필라멘트 정렬 및 섬유질 구조의 생성을 야기하는 당업계에 공지된 방법에 의해 수득된 종류일 수 있다. 이로 제한되지는 않지만, 변성 단백질은 기계적 힘(예를 들어, 스피닝, 진탕, 교반, 전단, 압력, 난기류의 적용, 충돌, 합류, 박동, 마찰, 파동과 같은 공정에서), 방사선(예를 들어, 마이크로파, 전자기), 열 에너지(가열- 증기 또는 다른 것에 의함), 가교, 효소 반응(예를 들어, 트랜스글루타미나제 활성화) 및 화학 시약(예를 들어, pH 조정제, 코스모트로픽 염, 카오토로픽 염, 석고, 계면활성제, 유화제, 지방산, 아미노산)을 적용함으로써 수득된 종류일 수 있다.
- [0055] 본원에 개시된 대체육은 전체 제품에서 동일한 단백질 물질/조성물을 함유할 수 있지만, 일부 예에서, 대체육은 상이한 유형의 단백질, 즉, 상이한 유형의 단백질 가닥의 조합을 함유할 수 있는 것으로 주지되어야 한다. 단일 대체육 제품 내의 단백질 가닥의 차이는 하기 중 어느 하나로 나타날 수 있다:
- [0056] - 가닥을 형성하는 성분의 조성, 예를 들어, 상이한 가닥 내에 포함된 단백질의 유형 및/또는 순도 및/또는 상이한 가닥 내에 포함된 단백질의 양의 차이(단일 대체육 제품에서 상이한 단백질 가닥 중에 동일한 단백질이 사용되는 경우에도),
- [0057] - 물 농도, 지방 농도 및/또는 식품 산업에 공지된 상이한 유형 및/또는 농도의 식품 첨가제(예를 들어, 향미 물질, 착색제)의 차이,
- [0058] - 예를 들어, 대체육 제품 내의 일부 가닥이 고도로 조직화될 수 있고(바람직하게는 섬유질, 바람직하게는 실질적으로 정렬된 섬유질) 일부가 덜 조직화되고, 일부가 조직화되지 않을 수 있어서, 이들이 상이한 조직 거동을 나타내게 하는, 단백질 조직감의 차이,
- [0059] - 제품 내의 일부 가닥이 겔 형태이고 일부 다른 가닥이 동일한 제품 내에서 반죽 및/또는 에멀전의 형태일 수 있게 하는 가닥의 형태의 차이.
- [0060] 일부 예에서, 단백질 가닥 중 적어도 일부는 반죽(예를 들어, 농후한 가단성 페이스트)의 형태이다.
- [0061] 일부 다른 예에서, 단백질 가닥 중 적어도 일부는 겔의 형태이다.
- [0062] 일부 다른 예에서, 단백질 가닥 중 적어도 일부는 에멀전의 형태이다.
- [0063] 단백질 가닥 중 단백질의 양은 특히 단백질의 유형, 원하는 물리적(예를 들어, 조직적) 특성, 이들이 조합되는 기타 물질 등에 따라 달라질 수 있다. 그러나, 일부 예에서 단백질 가닥은 5w% 내지 80w%, 때때로 10w% 내지 60w%(습량 기준)의 단백질 물질을 포함한다. 일부 다른 예에서, 단백질 가닥은 적어도 10%의 단백질, 때때로 적어도 20%, 적어도 30%, 적어도 40%, 적어도 50%, 적어도 60%, 때때로 적어도 70%의 단백질 물질을 포함한다. 나머지(비-단백질 물질)는 지방, 탄수화물 및 대부분 물 또는 수성 기반 매질 중 하나 또는 이들의 조합이다.
- [0064] 단백질의 양은 당 분야에 공지된 기술에 의해 결정될 수 있다. 예를 들어 특정 존스 인자(specific Jones factor)를 사용하는 켈달법(Kjeldahl method)에 의해 결정될 수 있다.
- [0065] 본 개시내용의 맥락에서, 단백질 조성물 또는 단백질 물질이 언급되는 경우, 이는 단백질 가닥을 구성하는 조성물을 지칭하는 것으로 이해되어야 한다. 단백질 조성물은 전형적으로 물 및 식용 단백질 물질을 포함한다. 단백질 물질은 단일 유형 또는 단백질, 펩티드, 올리고펩티드 및 아미노산의 조합을 포함할 수 있다.
- [0066] 일부 예에서, 단백질 조성물에는 지방이 없다.
- [0067] 일부 다른 예에서, 단백질 조성물은, 예를 들어, 단백질 가닥의 레올로지 특성, 예를 들어, 단백질 물질의 가요성을 조절하기 위해 지방을 포함한다.
- [0068] 일부 예에서, 단백질 가닥은 물 및 지방을 포함하는 다른 비-단백질 물질과 조합하여 하나 이상의 단백질을 포함하며, 물 성분 및 지방 성분은 하기에 추가로 논의된다.
- [0069] 단백질(들)은 인간이 사용하거나 소비하기에 허용되고 안전한 임의의 공급원일 수 있다.
- [0070] 일부 예에서, 단백질(들)은 비포유동물 공급원이다. 비포유동물 공급원은, 이로 제한되지는 않지만, 식물 공급원, 절지동물(예를 들어 곤충), 조류, 진균(예를 들어 효모), 박테리아 또는 또 다른 미생물을 포함할 수 있다.
- [0071] 일부 다른 예에서, 단백질(들)은 비동물성 공급원이다. 비동물성 공급원은 세포가 동물 세포일지라도 세포 배양으로부터 수득된 단백질 물질뿐만 아니라 식물 공급원을 포함한다.

- [0072] 일부 예에서, 단백질(들)은 식물 단백질을 포함한다. 식물 단백질은 순수한 단백질, 단백질 단리물, 단백질 농축물, 단백질 가루, 조직화된 단백질, 예컨대, 조직화된 식물성 단백질(TVP)의 형태일 수 있다.
- [0073] 본 개시내용의 맥락에서, TVP는 고수분 압출(HME) 또는 고수분 압출 조리(HMEC) 또는 이와 유사한 것의 결과로서 당업계에 공지된 고수분 형태뿐만 아니라, 조직화된 식물성 단백질의 건조 형태(때때로 팽창된 TVP로 간주됨) 둘 모두를 나타내기 위해 사용된다. TVP는 또한 조직화된 식물성 단백질의 임의의 "중간" 형태를 나타낼 수 있고, 여기서, TVP의 수분 수준 및/또는 TVP의 팽창도는 건조(팽창된) 형태 및 HME(C) 형태에서 전형적으로 발견되는 것들 사이의 중간이다.
- [0074] 단백질(들)은 임의의 식물 공급원일 수 있고, 이는, 이로 제한되지는 않지만, 밀, 콩과 식물(두류, 콩류, 완두류, 렌즈콩, 견과류), 식물 종자 및 곡물(예를 들어, 해바라기, 카놀라, 쌀), 줄기 또는 괴경 단백질(예를 들어, 감자 단백질)을 포함한다.
- [0075] 일부 예에서, 단백질은 콩과 식물로부터 유래된다. 콩과 식물/콩 단백질의 구체적이며 비제한적인 예는 대두단백질, 완두 단백질, 병아리콩 단백질, 루핀 단백질, 녹두 단백질, 강낭콩 단백질, 검은콩 단백질, 알팔파 단백질을 포함한다.
- [0076] 본원에 개시된 바와 같은 대체육에 적합한 일부 특이적이지만 비제한적인 단백질은 베타-콘글리시닌, 글리시닌, 비실린, 레구민, 알부민, 글로불린, 글루텔린, 글루텐, 글리아딘, 글루테닌, 마이코단백질이다.
- [0077] 상기 언급된 바와 같이, 가닥을 형성하는 단백질 물질은 단일 유형의 단백질 또는 단백질들의 블렌드를 포함할 수 있다. 단일 단백질로서 또는 다른 단백질과 조합하여 사용되는 단백질의 일례는 글루테닌이다. 이론으로 국한되지는 않지만, 이러한 글루테닌-기반 섬유질은 프린팅 노즐을 통해 당기거나 밀어냄으로써 특정 방향으로 정렬될 수 있다.
- [0078] 가닥에서 단독 단백질로서 또는 다른 단백질과 조합하여 사용될 수 있는 단백질의 다른 일례는 베타-콘글리시닌 대두 단백질(단리물 또는 농축물)이다.
- [0079] 추가의 또 다른 예에서, 단백질 가닥의 적어도 일부는 동물 유래 성분, 예를 들어, 소 근육, 닭 근육, 난단백질, 유단백질, 곤충-기반 단백질 분말 등, 또는 공급원이 동물 유래되는 경우에도 세포 배양에 의해 달성된 것을 함유한다.
- [0080] 추가의 또 다른 예에서, 단백질 물질의 적어도 일부는, 예를 들어, 식물, 조류, 진균 또는 미생물로부터 유래된 재조합 단백질을 함유한다.
- [0081] 단백질 물질은 식용 첨가제, 예컨대, 이로 제한되지는 않지만, 전분 및 식이 영양 섬유질(및 기타 형태의 셀룰로스-기반 섬유질)을 제한 없이 포함하여 단백질 및/또는 탄수화물 기원으로부터 유래된 섬유질; 착색제(예를 들어, 아나토 추출물, 카라멜, 엘더베리 추출물, 리코펜, 파프리카, 강황, 스피루리나 추출물, 카로테노이드, 클로로필린, 안토시아닌, 및 베타닌), 유화제, 산미제(예를 들어, 식초, 락트산, 시트르산, 타르타르산, 말산, 및 푸마르산), 향미제 또는 향미 증진제(예를 들어, 모노나트륨 글루타메이트), 항산화제(예를 들어, 아스코르브산, 로즈마리 추출물, 아스팔타틴, 케르세틴, 및 다양한 토코페롤), 식이 강화제(예를 들어, 아미노산, 비타민 및 미네랄), 보존제, 안정화제, 감미제, 겔화제, 증점제 및 식이 섬유(예를 들어, 시트러스 공급원에서 유래한 섬유)를 포함할 수 있다.
- [0082] 단백질 가닥은 기능성 물질로 코팅될 수 있다. 코팅은 가닥의 외표면의 일부가 기능성 물질로 덮인 부분 코팅일 수 있거나, 코팅은 가닥의 전체 외표면이 기능성 물질로 덮인 완전 코팅일 수 있다.
- [0083] 본 개시내용의 맥락에서, 용어 "기능성 물질"은 가닥에 물리적 또는 화학적 특성을 부여하는 임의의 물질을 포함한다. 기능성 물질은 상기 하나 이상의 가닥의 외표면의 하나 이상의 부분과 회합된 분말, 필름 또는 액체의 형태일 수 있다.
- [0084] 일부 예에서, 기능성 물질은 가닥의 조직감을 개선하기 위해 선택된 하나 이상의 물질일 수 있다. 일례에서, 기능성 물질은 가닥의 유연성을 개선하기 위해 선택된다. 이로 제한되지는 않지만, 이러한 물질은 물, 겔화제(예를 들어, 다당류), 접착성 물질, 및 추가로 비제한적인 예로서 오일 또는 때때로 비제한적인 예로서 전분, 알기네이트, 왁스, 셀룰로스, 비-식용이지만 식품에 안전한 폴리-에틸렌, 폴리-프로필렌, 나일론 또는 다른 유형의 필름 멤브레인/식품 포장재를 포함할 수 있다. 비-식용 코팅의 경우, 이들은 전형적으로 프린팅 전에 제거될 것이다.

- [0085] 추가의 일부 다른 예에서, 기능성 물질은, 예를 들어, 조직화된 단백질이 수화되거나 심지어 부분적으로 수화되어 산화적 손상을 받기 더 쉬운 경우, 섬유질 물질을 산화로부터 보호하는 것이다. 이로 제한되지는 않지만, 이러한 산화방지 코팅 물질은 식품에 안전한 폴리머를 포함할 수 있다.
- [0086] 추가의 일부 다른 예에서, 기능성 물질은 박테리아 보호제이다. 즉, 예를 들어, 조직화된 단백질이 수화되거나 심지어 부분적으로 수화되어 박테리아 오염이 발생하기 더 쉬운 경우, 가닥 상에서 박테리아 성장을 예방/차단한다.
- [0087] 일부 예에서, 기능성 물질은 적어도 가닥의 표면에서 보습하거나 수분 함량을 증가시키기 위해 사용되는 수화/보습 물질이다. 이로 제한되지는 않지만, 이러한 보습 물질은 물이거나 물을 포함한다.
- [0088] 일부 다른 예에서, 기능성 물질은 가닥을 강화시키기 위해 선택된 하나 이상의 물질일 수 있다. 이로 제한되지는 않지만, 이러한 물질은 셀룰로스 기반, 예컨대, 메틸셀룰로스(예를 들어, 분말 형태), 결정질 메틸셀룰로스(CMC), 알기네이트, 펙틴; 고결방지제; 제인 분말; 식용 미네랄 분말, 하이드로콜로이드뿐만 아니라, 비-식용이지만 식품에 안전한 폴리-에틸렌, 폴리-프로필렌, 나일론 또는 다른 유형의 필름 멤브레인/식품 포장재를 포함할 수 있다. 비-식용 코팅의 경우, 이들은 전형적으로 프린팅 전에 제거될 것이다.
- [0089] 일부 예에서, 기능성 물질은 가닥과 회합된 채로 남아 있고 최종 식품의 일부를 형성하는 식용 첨가제 물질(일부는 상기 정의됨)이다.
- [0090] 일부 예에서, 기능성 물질은 접착성 전구체, 즉, 예를 들어, 수화될 때/물과 접촉했을 때 활성화되어 접착체로서 작용할 수 있는 물질이다. 예를 들어, 이러한 기능성 물질은 일단 습윤되면 점착성이 되고 접착체로서 작용하는 전분 및/또는 글루텐을 포함할 수 있다.
- [0091] 기능성 물질은 가닥을 기능성 물질로 분무, 분말화, 침지 중 어느 하나에 의해 단백질 가닥과 회합될 수 있다.
- [0092] 단백질 가닥은 이의 길이 및 폭에 의해 정의될 수 있다. 본 개시내용의 맥락에서, 길이는 가닥의 종축을 따른 치수를 정의하고, 폭은 종축에 수직인 축의 치수(단면 치수)를 정의한다.
- [0093] 따라서, 가닥이 언급되는 경우, 이는 짧은, 중간 길이 및 긴 가닥을 포함하는 것으로 이해되어야 하며; 짧은 가닥은 약 10 mm 내지 약 50 mm 범위의 길이를 갖고, 중간 가닥은 약 50 mm 내지 약 100 mm 범위 내의 길이를 갖고, 긴 가닥은 약 10 cm의 최소 길이로 때때로 약 10 cm 내지 수 미터 또는 심지어 수십 미터를 갖는다.
- [0094] 가닥은 또한 이의 단면 폭(예를 들어, 가닥이 원형 단면을 가질 때, 직경, 또는 가닥이 다각형 단면을 가질 때 대각선)에 의해 정의될 수 있다.
- [0095] 일부 예에서, 가닥은 약 0.1 mm 내지 약 10 mm, 때때로 약 0.5 mm 내지 약 10 mm, 때때로 약 0.1 mm 내지 약 5 mm, 때때로, 약 1 mm 내지 약 5 mm, 때때로 약 0.5 mm 내지 약 3 mm, 때때로 약 0.5 mm 내지 약 2 mm, 때때로 약 2 mm 내지 약 4 mm, 때때로 약 1 mm 내지 약 5 mm의 범위 내 폭에 의해 특징화된다.
- [0096] 가닥은 대안적으로 또는 추가로 2-차원 비율, 예를 들어, 평균 단면적에 대한 길이의 비율에 의해 정의될 수 있고, 예를 들어, 약 2 mm 직경의 약 500 mm 가닥은 약 250의 치수 비율을 가질 것이다.
- [0097] 일부 예에서, 가닥은 만곡된(예를 들어, 타원형, 원형) 또는 다각형(예를 들어, 삼각형, 정사각형, 오각형 또는 육각형) 원주를 갖는다.
- [0098] 일부 예에서, 가닥은 비정질 원주를 가지며, 즉, 정의된 단면 기하학이 없다.
- [0099] 가닥은 다양한 기술에 의해 획득될 수 있다.
- [0100] 일부 예에서, 가닥은 압출에 의해 획득된다.
- [0101] 일부 예에서, 가닥은 전단 셀을 사용하여 획득된다.
- [0102] 일부 다른 예에서, 가닥은 가닥의 기계적 슬라이싱에 의해 획득된다.
- [0103] 상기 언급된 바와 같이, 가닥은 공칭 방향을 갖도록 본질적으로 평행하거나 본질적으로 정렬된다.
- [0104] 본 개시내용의 맥락에서, 용어 "본질적으로"는 정의된 파라미터로부터 1%, 2%, 3%, 10%, 또는 심지어 최대 20%와 같은 일부 수준의 편차를 나타내기 위해 사용된다.
- [0105] 이러한 맥락에서, "본질적으로 평행한 가닥" 또는 "평행하게 배향된 가닥" 또는 "본질적으로 정렬된"이 언급되

는 경우, 이는 시편 내에서 볼 때 하나가 다른 것에 대해 일반적으로 평행하도록 하는 가닥(및/또는 조직화된 단백질 가닥 내의 섬유)의 적어도 80%, 바람직하게는 가닥(및/또는 섬유)의 95%, 및 바람직하게는 가닥(및/또는 섬유)의 99%의 배향을 지칭하는 것으로 이해되어야 한다. 이러한 맥락에서, 본질적인 정렬은 적어도 1 cm*1 cm*1 cm의 치수를 갖는 시편 내에 있다.

- [0106] 용어 "본질적으로 평행한" 또는 "일반적으로 평행한"은 최대 $\pm 10^\circ$, 때로는 최대 $\pm 3^\circ$, 최대 $\pm 1^\circ$ 가 되도록 종축의 공칭 방향을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0107] 본원에서 사용되는 용어 "공칭 방향"은, 가닥을 가닥 방향에 대해 수직인 임의의 방향으로부터 볼 때, 가닥 및/또는 가닥 내 섬유의 유의하게 50% 초과가 그 공칭 방향으로부터 최대 $\pm 45^\circ$ 의 방향을 갖는 방향을 지칭한다. 용어 "공칭 방향"은 또한 본원에 기재된 바와 같은 고배율 이미징을 사용하여 확인된 바와 같은 가닥의 또는 섬유의 방향의 평균을 지칭할 수 있다. 공칭 방향은 입체각이고, 여기서 2 개의 시점 각각에 대한 이의 투영은 이러한 시점에서 확인되는 평균 방향이다.
- [0108] 단백질이 조직화된 단백질 물질일 때, 각각의 단백질 가닥은 전형적으로 본질적으로 축방향으로 정렬된 섬유를 함유한다. 가닥 내의 섬유는 단일 또는 복수의 별개의 다발로서 배열될 수 있다.
- [0109] 일부 예에 따르면, 가닥 내의 단백질 섬유는 세장형 섬유이다.
- [0110] 본원에서 사용되는 용어 "본질적으로 축방향으로 정렬된 섬유"는 가닥의 연장된 축의 방향과 본질적으로 동일한 공칭 방향을 갖는 섬유를 포함하는 섬유질 단백질 가닥을 지칭한다.
- [0111] 가닥 내의 섬유질 물질의 정렬은 다양한 기술에 의해, 예를 들어, 연속 밀기(예를 들어, 압출 동안 수행됨), 연속 당기기(예를 들어, 스피닝으로 수행됨) 및 전단(예를 들어, 전단 쿼트 셀에서 수행됨)에 의해 유동성 단백질 물질에 특정 방향으로 일정한 기계적 힘을 가함으로써 획득될 수 있다. 섬유질 물질의 정렬 기술은 생성되는 섬유의 이방성 특징을 향상시키기 위해 열 효과(예를 들어, 가열 또는 냉각), 화학적 제제(예를 들어, 효소) 등을 이용할 수 있다.
- [0112] 일부 예에서, 가닥 내의 단백질 물질의 정렬은 압출, 예컨대, 열간 압출 또는 냉간 압출에 의해 획득된다. 따라서, 하나 이상의 조직화된 단백질 가닥은 단백질 압출물을 포함한다.
- [0113] 일부 다른 예에서, 가닥 내의 단백질 물질의 정렬은, 예를 들어, 전기 스피닝 장치를 사용하여 수행되는 스피닝에 의해 획득된다, 단백질을 조직화하기 위한 단백질의 스피닝에는, 이로 제한되지는 않지만, 효소적 접근법(전형적으로 겔 유사 구조를 생성하기 위해), 탈수 접근법(전형적으로 단백질을 경화시키기 위해); 온도 접근법(단백질 물질의 유동성/용해도에 영향을 미치기 위해); 항회석제 접근법(전형적으로 습식 스피닝으로서 지칭됨); pH 접근법(전형적으로, 또한 단백질 물질, 예를 들어, 약산성 조건에서 보다 가용성인 키토산의 용해도에 영향을 미치기 위해)을 포함하는 상이한 접근법이 있다.
- [0114] 일부 예에서, 본질적으로 정렬된 단백질 물질의 형성을 용이하게 하기 위해, 후자가 하나 이상의 다당류와 조합될 수 있다. 이로 제한되는 것은 아니지만, 이러한 다당류는 수용성이거나 특정 pH에서 가용성인 폴리머이다. 이러한 폴리머는, 이로 제한되지는 않지만, 펙틴, 크산탄 겔, k-카라기난, 키토산, 셀룰로스, 전분 및 리그닌을 포함한다.
- [0115] 대체육은 단백질 물질 및 가닥간 시스 형성 물질 뿐만 아니라 추가적인 물질을 포함할 수 있다.
- [0116] 일부 예에서, 대체육은 지방 물질을 포함한다. 본 개시내용의 맥락에서, 지방 물질이 언급되는 경우, 이는 친유성 물질을 포함하는 물질의 조성물로서 이해되어야 한다.
- [0117] 용어 친유성 물질은 인간의 사용 또는 소비에 허용되고 안전한 친유성 화합물의 단일 유형 또는 조합을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 개시내용의 맥락에서, 친유성 물질은, 이로 제한되지는 않지만, 일반적으로 지방산, 지방 알콜, 오일, 지질, 버터 및 지방 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0118] 일부 예에서, 친유성 물질은 1종 이상의 친유성 화합물을 포함한다.
- [0119] 일부 예에서, 친유성 물질은 비포유동물 공급원이다. 비포유동물 공급원은, 이로 제한되지는 않지만, 합성 또는 반합성 친유성 화합물, 식물 공급원을 포함할 수 있다.
- [0120] 일부 예에서, 친유성 물질은 식물 유래 친유성 화합물을 포함한다.
- [0121] 일부 예에서, 친유성 물질은 적어도 1종의 오일, 구체적으로, 식물 유래 오일을 포함한다. 식물 유래 오일의 비

제한적인 목록은 옥수수유, 올리브유, 대두유, 땅콩유, 호두유, 아몬드유, 참깨유, 면실유, 유채씨유, 카놀라유, 홍화유, 해바라기유, 아마인유, 조류 오일, 팜유, 팜핵유, 코코넛유, 바바수유, 밀 배아유, 및 쌀겨유를 포함한다.

- [0122] 일부 예에서, 친유성 물질은 적어도 버터를 포함한다. 친유성 물질 내에서 사용될 수 있는 식용 버터의 비제한적인 목록은 시어 버터, 망고 버터, 코코아 버터 및 쿠크 버터를 포함한다.
- [0123] 일부 예에서, 친유성 물질은 적어도 1종의 지방산(포화 및 불포화)을 포함한다. 일부 예에서, 지방산은 C6-C24 포화 또는 불포화 지방산이다.
- [0124] 일부 예에서, 친유성 물질은, 지방 물질, 이로 제한되지는 않지만, 예컨대, 글리세리드(모노글리세리드, 디글리세리드, 트리글리세리드)를 포함한다. 트리글리세리드의 구체적이지만 비제한적인 예로는 레시틴 또는 리소레시틴이 있다.
- [0125] 일부 예에서, 친유성 물질은 재조합이든 아니든 조류, 진균 또는 미생물(예를 들어, 고세균)로부터 유래된 물질이다.
- [0126] 일부 예에서, 친유성 물질은 동물 공급원으로부터 유래되거나, 동물-기반 물질과 동일한 재조합으로 유래된 성분물을 함유한다. 이로 제한되지는 않지만, 친유성 물질은 동물로부터 직접 유래되거나 동물 세포 배양물로부터 추출될 수 있다. 예로는, 이로 제한되지는 않지만, 돼지 지방(라드), 소 지방, 닭 지방, 오리 지방이 포함된다.
- [0127] 일부 예에서, 친유성 물질은 생성된 제품의 칼로리를 줄이기 위해 지방 대용품을 함유할 수 있다. 지방 대용품은 관련 기술분야에 공지되어 있으며, 네 가지 범주, 탄수화물 기반(예를 들어, 셀룰로스, 텍스트린, 변성 전분, 과일 기반 섬유질, 곡물 기반 섬유질, 하이드로콜로이드 겔, 말토덱스트린, 펙틴), 단백질 기반(예를 들어, 미세미립자 단백질, 변성 유청 단백질 농축물), 지방 기반(예를 들어, 변경 트리글리세리드, 수크로스 폴리스테르, 에스테르화 프로폭실화 글리세롤) 및 이들의 조합으로 나뉠 수 있다(내용이 본원에 참조로 포함되는 문헌[Position of the American Dietetic Association: "Fat replacers". Journal of the American Dietetic Association. 105 (2): 266-275. 2005]).
- [0128] 일부 예에서, 친유성 물질은 30℃에서 3,000 내지 1,000,000 센티푸아즈(cP), 때때로 10,000 내지 300,000 센티푸아즈의 점도를 갖는다.
- [0129] 일부 예에서, 친유성 물질은 30℃ 내지 80℃ 범위의 용점 온도를 갖는다.
- [0130] 일부 예에서, 친유성 물질은 올레오겔 또는 오르가노겔을 포함한다. 올레오겔은 소수성 액체(식물성 오일과 같은)로 제조된 연속 상을 가진, 반고체 시스템으로 정의될 수 있으며, 여기서 자기 어셈블리된 네트워크(구조화제에 의해 구성된다)가 액체의 물리적 포획의 원인이 된다. 원하는 물리적 특징 및 식품 유형 적용에 따라, 상이한 특성을 가진 올레오겔을 제조할 수 있다. 구조적 입체형태는 사용된 구조화제의 유형에 따라 달라지는데, 이는 올레오겔의 원하는 최종 적용에 영향을 끼칠 것이다(내용이 본원에 참조로 포함되는 문헌[Martins, A. J., Vicente, A. A., Cunha, R. L., & Cerqueira, M. A. (2018). Edible oleogels: an opportunity for fat replacement in foods. Food & Function, 9(2), 758-773. Doi:10.1039/c7fo01641g]).
- [0131] 식용 올레오겔에서 사용되는 구조화제의 비제한적인 목록은 에틸 셀룰로스(EC), 천연 왁스(식물 및 동물) 및 천연 수지, 피토스테롤 및 오리지놀, 지방산 유도체, 및 레시틴을 포함한다.
- [0132] 대체육은 전형적으로 또한 수계 또는 수성-기반 또는 수분 제공 물질을 포함한다. 수계 물질은 다양한 용질 및/또는 현탁/분산 물질, 예컨대, 착색제, 염, 증점제, 충전제, 안정화제, 유화제 등을 지니는 수용액 또는 수계 겔을 포함한다.
- [0133] 일부 예에서, 수계 물질은 15℃ 내지 80℃ 범위, 때때로 20℃ 내지 65℃ 범위의 온도에서 겔 형태이다.
- [0134] 일부 예에서, 수계 성분은 모두 당업자에게 공지되어 있는 착색제, 유화제, 안정화제, 산미료, 향미제, 증점제, 향산화제, 식이 강화제, 보존제, 비타민, 감미료와 같은 식용 첨가제 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함한다.
- [0135] 본질적으로 정렬된 가닥은 또한 이웃하는 가닥 사이에 공간을 갖도록 배열된다. 본 개시내용의 맥락에서, 이러한 공간은 가닥의 적어도 일부 사이에 존재하며, 즉, 일부 가닥은 접촉하고 일부는 이격된다. 이러한 공간(갭)은 수 마이크론 내지 수 mm 범위의 치수를 가지며, 층 내에서 갭은 반드시 동일한 치수를 가질 필요는 없는데, 즉, 갭은 층 내에서, 단층 내에서 및/또는 단층들 및/또는 층들 사이에 이들의 치수가 다를 수 있다.

- [0136] 일부 예에서, 2 개의 이격된 가닥 사이의 갭은 약 50 μm 내지 약 5 mm의 범위 내에 있다.
- [0137] 일부 예에서, 2 개의 이격된 가닥 사이의 갭은 약 50 μm 내지 약 5 mm의 범위 내의 임의의 범위 내에 있고; 이는, 예를 들어, 약 50 μm 내지 약 1 mm 또는 약 100 μm 내지 약 5 mm, 또는 약 150 μm 내지 약 5 mm 또는 약 100 μm 내지 약 1 mm 또는 약 50 μm 내지 약 500 mm 또는 약 50 μm 내지 약 2.5 mm 또는 약 100 μm 내지 약 2.5 mm 또는 약 50 μm 내지 약 250 mm를 포함한다.
- [0138] 본질적으로 평행한 가닥은 가닥간 시스 물질과 접촉한다. 본원에 제공된 비제한적인 예에 의해 나타나는 바와 같이, 단백질 가닥의 적어도 일부는 가닥간 시스 형성 물질에 의해 둘러싸여 있다. 다시 말해서, 가닥의 일부는 가닥간 시스 형성 물질에 의해 적어도 부분적으로 감싸진다. 이는 일부 가닥이 완전히 감싸질 수 있고, 일부 가닥이 적어도 부분적으로 감싸질 수 있고, 일부 가닥이 시스 형성 물질에 의해 완전히 감싸지지 않을 수 있음(접촉하지 않음)을 의미한다.
- [0139] 또한, 본원에 제공된 비제한적인 예에 의해 추가로 나타나는 바와 같이, 가닥간 시스는 적어도 2 개의 이웃하고 이격되어 있는 단백질 사이를 상호연결하는 네트워크-유사 구조를 형성한다.
- [0140] 본 개시내용의 맥락에서, 용어 "가닥간 시스(inter-strand sheath)"는 가닥을 적어도 부분적으로 감싸는 매스(mass)(물질)를 나타내는 데 사용되며, 이러한 매스의 조성물은 가닥을 형성하는 단백질 조성물과 상이하다. 가닥간 시스의 두께는 가닥 사이의 거리에 의해 지정될 수 있다. 일부 예에서, 가닥간 시스는 단백질 층 상에 배치되기 전에 적어도 약 0.05 mm; 때때로 적어도 약 0.6 mm; 때때로 적어도 약 0.7 mm; 때때로 적어도 약 0.8 mm; 때때로 적어도 약 0.9 mm; 때때로 적어도 약 0.1 mm의 두께를 갖도록 설계된다. 일부 예에서, 가닥간 시스는 단백질 층 상에 배치되기 전에 약 0.05 mm 내지 약 5 mm; 때때로, 약 0.1 mm 내지 약 5 mm, 때때로, 약 0.05 mm 내지 약 2 mm; 때때로, 약 0.1 mm 내지 약 2 mm; 때때로 약 0.05 mm 내지 약 1 mm, 때때로 약 0.1 mm 내지 약 3 mm의 두께를 갖도록 설계된다. 말할 필요도 없이, 최종 제품 내에서, 가닥간 시스의 두께는, 특히, 제품의 제조 동안 일어나는 압축 단계로 인해, 언급된 치수보다 작을 수 있다.
- [0141] 본 개시내용의 맥락에서, 용어 "네트워크"는 단백질/가닥(들) 물질을 웹의 "간극" 내에 수용하는 네트워크, 웹 또는 스캐폴드와 유사한, 대체육의 단면이 취해질 때의 시스 물질의 외관을 형성하는 데 사용된다. 네트워크/웹의 각각의 "간극"은 도 2a 내지 도 2g, 도 4a 내지 도 4c 및 도 5a 내지 도 5b의 비제한적인 예에 예시된 바와 같이 하나 이상의 가닥(들)이 차지할 수 있다.
- [0142] 일부 예에서, 네트워크 및 가닥은 대체육의 단면이 가닥의 공칭 방향에 수직인 방향으로부터 취해질 때 허니-콤-유사 외관을 제공하는 방식으로 배열된다. 네트워크의 가능한 외관의 다른 비제한적인 예는 도 2a 내지 도 2g에 제공되어 있다.
- [0143] 기재된 본 개시내용의 독특한 특징은 한 층의 가닥의 적어도 일부가 이전에 적용된 단백질 층의 층들 사이의 공간에 들어맞는다는 사실이다. 이는 허니콤 유사 외관의 형성을 가능하게 한다. 샌드위치 단백질 층으로부터의 단백질 가닥에 의한 단백질 층의 단백질 가닥 중 적어도 일부 사이의 공간의 차지는 그 사이에 이러한 전용 공간이 없는 단백질 가닥의 층화와 비교할 때 생성된 대체육의 물리적 특성을 개선하는 것으로 밝혀졌다(즉, 실제 육류의 관능 특성과 더 유사함).
- [0144] 가닥간 시스 물질은 가닥을 감싼다. 그러나 반드시 모든 가닥이 시스 형성 물질에 의해 감싸지는 것은 아니다. 가닥을 함께 보유하기 위해, 가닥의 전체 둘레의 적어도 50%가 시스 형성 물질에 의해 감싸지도록 설계된다. 이는 대체육의 임의의 무작위로 취한 단면도로부터 결정될 수 있고, 그로부터 시스 형성 물질이 차지하는 % 부피(그 안의 가닥의 공칭 방향에 수직으로 취한 단면 슬라이스)를 결정할 수 있다.
- [0145] 본 개시내용에 따르면, 가닥간 형성 물질에 의해 감싸진 가닥이 가닥간 형성 물질에 의해 100% 둘러싸일 필요는 없다는 것이 주지되어야 한다. 실제로, 감싸진 가닥의 적어도 50%, 적어도 60%, 또는 적어도 70%가 시스 형성 물질에 의해 둘러싸이고, 나머지는 이의 이웃하는 가닥과 본질적으로 직접 접촉하는 것으로 충분할 수 있다. 그러나, 바람직한 예에서, 감싸진 가닥의 적어도 70%는 시스 형성 물질에 의해 둘러싸인다.
- [0146] 가닥간 시스를 형성하는 물질은 실온에서 고체인, 즉, 약 30°C 초과, 때때로 약 40°C 초과 또는 심지어, 때때로 50°C 초과, 용점을 갖는 적어도 하나의 성분을 포함한다. 실온 초과, 및 바람직하게는 30°C 초과, 상응된 용점을 갖는 적어도 하나의 성분의 포함은 대체육이 특히 다소 스캐폴드와 같이 작용하여 가닥을 함께 수용하면서 이의 온전성을 보유할 수 있게 한다.
- [0147] 일부 예에서, 가닥간 시스 물질은 약 30°C 내지 약 70°C 또는 약 30°C 내지 약 100°C의 용점을 갖는, 즉, 실온

에서 고체인 적어도 하나의 성분을 포함한다.

- [0148] 일부 예에서, 가닥간 시스 물질은 적어도 50℃; 또는 약 50℃ 내지 약 100℃의 용점을 갖는 적어도 하나의 성분을 포함한다.
- [0149] 일부 예에서, 가닥간 시스 물질의 적어도 약 50%; 또는 적어도 약 60%; 또는 적어도 약 70%; 또는 적어도 약 80%; 또는 적어도 약 90%는 적어도 50℃의 용점을 갖는 적어도 하나의 성분을 포함한다.
- [0150] 가닥간 시스 형성 물질은 단일 성분을 포함할 수 있고, 이러한 경우에, 이는 상기 정의된 용점을 갖는 성분일 것이다. 그러나, 일부 다른 예에서, 가닥간 시스 물질은 적어도 하나가 상기 용점을 갖고, 즉, 실온에서 고체인 물질들의 조합을 포함한다.
- [0151] 일부 예에서, 가닥간 시스 형성 물질은 겔 형성 물질을 포함한다. 이는 특히, 하기 상세히 설명되는 것과 같은, 겔 형성 식용 다당류를 포함한다.
- [0152] 일부 다른 예에서, 가닥간 시스 물질은 단백질을 포함한다. 일부 경우에, 단백질 함유 시스를 형성하기 위해, 단백질 용액이 몰드에 캐스팅된다. 이러한 경우, 단백질 용액은 글루텐, 제인(콘 프롤라민), 대두 단리물, 완두 단백질 등으로 제조될 수 있다.
- [0153] 또한, 일부 다른 경우에, 시스는 단백질 매스를 요망되는 두께로 압축함으로써 생산된다. 이러한 경우에, 단백질은 TVP 또는 HME를 포함할 수 있고, 보습 상태에 있는 동안 이들을 가압할 수 있다(선택적으로 가열하면서).
- [0154] 또 다른 일부 추가적인 예에서, 가닥간 시스 형성 물질은 다당류를 포함한다.
- [0155] 시스에 포함될 수 있는 다당류의 일부 비제한적인 예는 펙틴, 알기네이트, 카라기난, 키토산, 전분, 셀룰로스 유도체(예를 들어, 에틸 셀룰로스, 카르복시메틸셀룰로스, 메틸셀룰로스), 갈락토만난(예를 들어, 호로파 검, 구아 검, 타라 검, 로커스트 빔 검, 카시아 검)이다.
- [0156] 일부 예에서, 가닥간 시스가 카라기난을 포함하는 경우, 이는 바람직하게는 κ -카라기난이다. κ -카라기난의 예시적인 양은 시스 형성 물질의 총 조성의 약 5%일 수 있다.
- [0157] 일부 예에서, 가닥간 시스 물질은 하이드로겔의 총 부피 중 최대 80 wt%를 구성하는 양의 특수 설계된 카라기난 하이드로겔 함유수를 포함하고; 약간 건조될 때, 즉, 하이드로겔이 50 wt% 내지 60 wt%의 물 함량을 갖는 경우, 약간 건조된 하이드로겔은 하기에 의해 특징화된다:
- [0158] 카라기난의 양은 하이드로겔의 총 부피 중 적어도 5% CAR임;
- [0159] 하이드로겔은 25℃ 내지 70℃의 온도 범위 내에서 적어도 10 KPa의 저장 모듈러스(G')를 가짐; 및
- [0160] 하이드로겔은 25℃에서 측정 시 적어도 600 kPa의 인장 강도 및 적어도 15%의 판단 인장 변형률을 가짐.
- [0161] 상기 예시적인 카라기난 하이드로겔은 수성 매질 내에서 겔의 형태로 적어도 5 wt%의 CAR을 포함하는 하이드로겔 형성 혼합물을 처리함으로써 수득될 수 있고, 상기 겔의 처리는 반응매(예를 들어, 에탄올)로 고화 하이드로겔을 형성시키고, 고화 하이드로겔을 탈수시켜 최대 50%의 물을 포함하는 탈수된 하이드로겔이 수득된다.
- [0162] 일부 예에서, 가닥간 시스는 물질들의 조합을 포함한다. 물질들의 조합을 사용할 때, 이들은 동일하거나 상이한 유형, 예를 들어, 단백질, 다당류, 지방 등일 수 있다. 그러나, 일부 바람직한 예에서, 시스가 하나 초과를 포함하는 경우, 적어도 하나는 실온 초과 용점을 갖는 것이 필요하다.
- [0163] 일부 예에서, 시스가 2 개 이상의 물질을 포함할 때, 적어도 하나는 고체이고, 적어도 하나는 30℃ 내지 70℃의 온도, 때때로 40℃ 내지 60℃, 때때로 50℃ 및 70℃의 온도에서 액체이다.
- [0164] 예를 들어, 시스 형성 물질은 겔 형성 물질, 예컨대, 상기 열거된 다당류의 조합물로부터 제조될 수 있으며, 이들 모두는 또한 겔 형성 물질로서 간주된다.
- [0165] 또한, 예를 들어, 시스 형성 물질은 겔 형성 물질(예를 들어, 다당류) 및 섬유질 물질, 예컨대, 셀룰로스 섬유질(마이크로 또는 나노), 감귤류 섬유질(필름 매트릭스를 강화시키고 이의 용융 온도를 증가시킴)뿐만 아니라 TVP 또는 HME의 조합물로부터 제조될 수 있다.
- [0166] 대체육은 대체육 제품의 시편/샘플에서 측정되는 일부 물리적 파라미터에 의해 특징화될 수 있다. 시편의 치수는 수행된 시험에 따라 선택될 수 있지만, 비제한적인 예에 나타난 바와 같이, 물리적 파라미터는 특정 샘플 치수로 제한되지 않는다.

- [0167] 일부 예에서, 대체육은 이의 경도에 의해 특징화된다. 대체육의 경도는 약 20 mm*폭 20 mm*두께 20 mm(8000 mm³)인 샘플의 실온(20℃ 내지 25℃) 치수(경도에 대한)에서 Lloyd 표준 압축판을 사용하는 조직감 프로파일 분석기(TPA) 시스템에 의해 결정될 수 있다. 압축 속도는 50%의 변형에 도달할 때까지 90 mm/min이다.
- [0168] 상기와 관련하여, 경도가 측정되는 샘플/시편은 본질적으로 상기 치수를 갖는 단일 샘플 또는 차례로 쌓아서 적층된 2 개의 샘플로부터 형성된 시편, 예를 들어, 2 개의 샘플로서 각각 10 mm의 두께를 가져서 함께 20 mm 두께의 시편을 제공하는 샘플일 수 있다. 일부 예에서, 2 개의 적층된 샘플을 사용할 때, 둘 사이에 접착제를 첨가하여 2 개의 샘플을 서로에 대해 확실히 고정시킬 수 있다. 또한, 2 개 이상의 샘플을 적층할 때, 적층된 시편의 경도는 2 개 이상의 적층된 샘플 사이의 접촉 표면에 수직인 방향으로 결정된다.
- [0169] 흥미롭게도, 시편의 경도는 시험된 시편이 단일 절단 또는 절단의 조합으로부터였는지의 여부에 상관없이 적어도 46 N(가닥의 방향, 바람직하게는 도 1a에 예시된 Z 또는 XP 방향에 수직으로 측정될 때)이다. 따라서, 본 개시내용의 목적 상, 적어도 46 N의 경도가 언급되는 경우, 이는 측정 방향에 따라 약 20 mm 두께를 갖는 샘플로 적층되는 한, 또한 더 작은 샘플의 경도를 나타내는 것으로 이해되어야 한다.
- [0170] 일부 예에서, 대체육으로부터의 적어도 하나의 샘플은 상기 대체육의 샘플의 측정 방향과 상관없이 적어도 46 N의 경도에 의해 특징화될 수 있다(샘플은, 예를 들어, 상기 정의된 바와 같음).
- [0171] 일부 예에서, 대체육은 상기 대체육의 단백질 가닥의 공칭 방향으로 측정될 때 적어도 52 N의 경도에 의해 특징화될 수 있다.
- [0172] 일부 예에서, 대체육은 이의 압축 모듈러스에 의해 특징화된다. 대체육의 압축 모듈러스는 TPA 시스템(경도에 대해 기재된 동일한 조건), 즉, 약 20 mm*폭 20 mm*두께 20 mm(8000 mm³)인 샘플의 실온(20℃ 내지 25℃) 치수(경도에 대한)에서 Lloyd 표준 압축판을 사용하는 조직감 프로파일 분석기(TPA) 시스템에 의해 결정될 수 있다. 압축 속도는 50%의 변형에 도달할 때까지 90 mm/min이다. 모듈러스는 0.02 내지 0.1의 변형을 범위에서 계산되었다.
- [0173] 경도 측정과 유사하게, 압축 모듈러스가 측정되는 샘플/시편은 본질적으로 상기 치수를 갖는 단일 샘플 또는 차례로 쌓아서 적층된 2 개의 샘플로부터 형성된 시편, 예를 들어, 2 개의 샘플로서 각각 10 mm(때때로 서로 접촉됨)의 두께를 가져서 함께 20 mm 두께의 시편을 제공하는 샘플일 수 있음이 주지되어야 한다.
- [0174] 일부 예에서, 대체육의 적어도 하나의 샘플/시편은 가닥의 P 축/공칭 방향으로 측정될 때 적어도 0.5 MPa의 압축 모듈러스(영 모듈러스)에 의해 특징화된다.
- [0175] 일부 다른 예에서, 대체육의 적어도 하나의 샘플은 가닥의 상기 공칭 방향에 수직인 적어도 2 개의 방향으로부터 측정될 때 적어도 0.4 MPa의 평균 압축 모듈러스에 의해 특징화된다.
- [0176] 일부 예에서, 대체육은 이의 인장 강도에 의해 특징화된다. 대체육의 인장 강도는 인장 시험 시스템에 의해 결정될 수 있다. 인장 시험은 샘플을 당기거나 신장시키고, 그 결과 신장성/신율 및 인장 강도 특성은 신장에 필요한 힘 및 어떠한 것이 신장될 수 있는 거리의 관점에서 측정된다. 이를 위해, 길쭉한 모양의 시편을 양쪽 끝에서 잡고 파손될 때까지 신장시킨다.
- [0177] 본원에 개시된 대체육의 인장 강도를 결정하기 위해, 약 25*20*10 mm 또는 심지어 더 큰, 예를 들어, 50*20*10 mm의 시편이 사용될 수 있다. 그룹과 내에서의 보유를 보장하기 위해, 각각의 시편은 이의 에지에 시아노아크릴레이트 접착제(예를 들어, Loctite 406®, Henkel)의 층으로 코팅된 다음, 약 10*20 mm의 접촉 면적을 갖고 수동 나사로 작동되는, 3D 프린팅에 의해 제조되고 3 mm 날카로운 스파이크가 장착된 2 개의 플레이트를 포함하는 그룹에 의해 그룹핑될 수 있다(예를 들어, 도 6a 참조). 이후, 실온(약 23℃ ± 2℃)에서, 각각의 시편은 약 20 mm/min의 속도로 신장될 수 있다(3 개의 상이한 방향, P, XP, 및 Z로부터).
- [0178] 인장 강도를 수행하려는 목적 상, 이하에서 추가로 예시되는 바와 같이, 다른 시편 치수, 예를 들어, 20*20*10 mm가 사용될 수 있음이 주지되어야 한다. 따라서, 본 개시내용의 맥락에서, 적어도 0.012 MPa의 인장 강도가 언급되는 경우, 이는, 해당 치수로 측정의 수행이 가능한 한, 대체육으로부터 절단된 치수와 독립적인 것으로 이해되어야 한다.
- [0179] 일부 예에서, 대체육의 적어도 하나의 샘플은 상기 가닥의 공칭 방향으로 측정될 때, 예를 들어, 본질적으로 정렬된 가닥의 방향, 예를 들어, 도 1a 또는 도 1b의 P 축을 따라 측정될 때 적어도 0.035 MPa의 인장 강도에 의해 특징화된다.

- [0180] 일부 다른 예에서, 대체육의 적어도 하나의 샘플은 가닥의 상기 공칭 방향에 수직인 적어도 2 개의 방향(P 측에 수직인 방향, 예를 들어, XP 및/또는 Z 방향)으로부터 측정될 때 적어도 0.012 MPa의 평균 인장 강도에 의해 특징화된다.
- [0181] 일부 예에서, 대체육의 적어도 하나의 샘플은 가닥을 형성하는 단백질 물질의 인장 강도보다 적어도 50% 더 높은 인장 강도에 의해 특징화된다.
- [0182] 일부 예에서, 대체육의 적어도 하나의 샘플의 레올로지 특성은 시스 형성 물질의 물리적 특성과 단백질 가닥 형성 물질의 물리적 특성 사이의 관계에 의해 정해질 수 있다. 따라서, 대체육은 하기 중 어느 하나에 의해 특징화될 수 있다:
- [0183] - 가닥의 방향에 수직인 방향으로 측정될 때, 가닥 물질의 적어도 2 배인 시스 물질 압축 모듈러스를 가짐;
 - [0184] - 가닥의 방향에 수직인 방향으로 측정될 때, 가닥 물질의 적어도 2 배인 시스 물질 인장 모듈러스를 가짐;
 - [0185] - 가닥의 방향에 수직인 방향으로 측정될 때, 가닥의 파단 신율보다 적어도 50% 더 높은 시스 물질 파단 신율을 가짐.
- [0186] 본원에 개시된 대체육은 또한 실제 육류의 것과 유사한, 즉, 물리적 특성이 대체육 샘플의 상이한 방향으로부터 측정될 때 물리적 특성의 차이를 갖는 이의 이방성 거동에 의해 특징화된다. 예를 들어, 대체육의 샘플의 인장 모듈러스와 인장 강도 사이의 차이는 XP와 Z 방향 사이보다 P와 XP/Z 방향 사이에서 더 클 것이다(도 1a 내지 도 1b에 정의된 바와 같이 추가로 후술되는 방향의 정의).
- [0187] 또한, 본원에 개시된 대체육은 테이스팅 패널에 의해 약 40℃의 조리 및 서빙 온도에서 시각적으로 및 관능적으로 실제 육류의 가닥과 유사한 가닥을 갖는 것으로 밝혀졌다. 동일한 테이스팅 패널은 또한 대체육이 실제 육류와 유사한 갈변 반응(용어 메일라드 반응으로도 알려짐)을 갖는다고 결정하였다. 이론으로 국한되지는 않지만, 시스 형성 물질의 존재는 이의 부재 하에서는 발생하지 않는 갈변 반응에 기여하는 것으로 사료된다.
- [0188] 대체육의 물리적 파라미터의 일부 비제한적인 예는 본원에서 실시예에 개시되어 있다. 구체적으로, 단지 예시를 위해, 단백질 조성물이 동일하고 시스 형성 물질이 상이한 하기 대체육을 시험하였다.
- [0189] 단백질 조성물(3 개의 비제한적이고 예시적인 대체육 모두의 경우): 표준 가정용 믹서에서 15% 글루텐(Sorpol에 의한 활성 밀 글루텐), 60% 수돗물, 5% 카놀라유('Shufersal'), 5% 적색 향신료 착색제('Texturot'), 및 15% 조직화 식물성 단백질(TVP SUPRO MAX 5010 IP)을 혼합함으로써 제조됨.
- [0190] ● 대체육 I: 5% κ -카라기난(CPkelco에 의한 Genugel 타입 wr-78)로 제조된 시스를 포함하는 시스 물질 조성물(본원에서 "Car").
- [0191] ● 대체육 II: 글루텐으로만 제조된 시스를 포함하는 시스 물질 조성물(본원에서 "Glu").
- [0192] ● 대체육 III: 층이 Car 필름의 각 면으로부터 글루텐 cm^2 당 0.02 g의 외부 층으로 코팅된 수중 5% κ -카라기난의 시스를 포함하는 시스 물질 조성물(본원에서 "Car-Glu").
- [0193] 하기 표 1A 내지 표 1C 및 표 2A 내지 표 2B(실시예)는 상기 기재된 조건 하에 시험된 비제한적인 실시예의 샘플의 압축 모듈러스, 경도 및 인장 강도를 제공한다(본 개시내용의 일부를 형성하는 표의 내용).
- [0194] 대체육은 임의의 형상 또는 치수일 수 있다. 대체육은 이의 폭 측("w", XP 측으로도 지칭됨, 도 1a 내지 도 1b에서 가닥의 방향에 수직인 방향), 높이 측("h", Z 측으로도 지칭됨, 도 1a 내지 도 1b에서 가닥의 방향에 수직인 방향인 을 지칭함), 및 길이 측("l", 가닥 공칭 방향에 평행함, P 측으로도 지칭됨, 도 1a 내지 도 1b에서 가닥의 방향에 본질적으로 평행한 방향)을 고려하여 공간 차원을 이용하여 규정될 수 있다.
- [0195] 일부 예에서, 대체육은 육류 전체 슬래브의 형태로 제공되며, 여기서 가닥의 공칭 방향은 슬래브의 종축과 본질적으로 평행하다.
- [0196] 또한, 슬래브로부터 절단된 스테이크 치수가 규정될 때, 이는 이의 길이, 높이 및 폭 치수를 지칭한다. 일부 예에서, 스테이크는, 이것이 절단되는 슬래브와 동일한 폭 및 높이를 갖되 길이 값(즉, 스테이크 두께)이 슬래브가 대형, 중간 또는 소형 슬래브인지에 상관없이 전형적으로 0.5 cm 내지 10 cm가 되도록 P 측에 수직으로 육류 슬래브로부터 절단된다.
- [0197] 일부 다른 예에서, 스테이크는 슬래브의 임의의 방향으로부터(즉, 가닥의 방향에 반드시 수직인 것은 아님) 절

단된다. 예를 들어, 스테이크는 가닥의 방향을 따라 절단될 수 있다. 절단 방향과 무관하게, 상기 및 하기에 기재된 물리적 파라미터는 항상 가닥의 방향에 대해 결정된 방향으로 결정된다. 예를 들어, 경도는 전형적으로 가닥의 방향에 수직으로 결정될 것이다.

- [0198] 일부 추가의 예에서, 스테이크는 XP, P 및 Z 방향에 대해 대각선 방향으로 절단될 수 있다.
- [0199] 일부 예에서, 대체육은 가닥의 방향이 스테이크 부분의 폭을 따르는 스테이크의 형태로 이미 생산된다(예를 들어, 도 1b 참조). 따라서, 스테이크 부분을 제조할 때, 프린팅된 제품의 높이는 스테이크 부분의 폭에 상응하고, 스테이크 부분의 두께는 가닥의 길이에 상응한다.
- [0200] 일부 비제한적인 예에서, 본 개시내용에 따른 스테이크의 치수는 1 cm 내지 5 cm, 예를 들어, 약 3 cm의 길이(P 축), 5 cm 내지 10 cm, 예를 들어, 약 6 cm의 높이(Z 축), 및 5 cm 내지 12 cm, 예를 들어, 약 9 cm의 폭(XP 축)의 범위이다.
- [0201] 본원에 개시된 대체육을 수득하기 위해, 단백질 가닥은 단일의 나선형 가닥 또는 복수의 개별 가닥이 단일 가닥의 폴드 사이 또는 이들의 종축에 따라 우선적으로 실질적으로 평행한 복수의 가닥 사이에 세그먼트를 갖는 프린팅 베드 상에 놓이거나 배치되고 갭이 폴드 또는 가닥의 적어도 일부 사이에서 유지되는 방식으로 프린팅 베드 상에 디지털 프린팅된다. 가닥의 층 사이에, 가닥간 시스 형성 물질이 적용된다. 이러한 방식으로 그리고 디지털 프린팅의 원리에 따라, 가닥의 다수의 단층은 3D 식품으로 형성된다.
- [0202] 구체적으로, 대체육을 제조하기 위한 적층 가공 방법이 본 개시내용에 의해 제공되며, 상기 방법은
- [0203] (a) 하나 이상의 단백질 가닥을 적어도 하나의 단백질 층에 분배하는 단계로서, 상기 단백질 층은 본질적으로 정렬된 단백질 가닥을 포함하고, 상기 단백질 가닥의 적어도 일부는 이의 이웃하는 가닥으로부터 이격되는 것인 단계;
- [0204] (b) 상기 적어도 하나의 단백질 층에 걸쳐 가닥간 시스 물질을 분배하는 단계;
- [0205] (c) 상기 대체육에 대한 요망되는 치수에 도달할 때까지 상기 단계 (a) 및 (b)를 반복하는 단계
- [0206] 를 포함하고, 상기 방법은 시스 물질이 이웃하는 가닥 사이의 공간을 차지하도록 한다.
- [0207] 단계 (a)의 반복은 바람직하게는 하나의 층에 배치된 가닥이 이전에 배치된 층의 가닥과 본질적으로 동일한 방향이 되도록 하는 것임이 주지되어야 한다. 다시 말해서, 완전 제품의 가닥은 이의 임의의 방향에서 볼 때 제품을 가로질러 본질적으로 정렬된다.
- [0208] 본 개시내용의 독특한 특징은 도 2a 내지 2g에 예시된 바와 같이, 단백질 층 내의 단백질 가닥의 적어도 일부 사이의 공간 또는 갭, 및 이러한 갭에 평행하게 이전에 또는 이후에 배치된 단백질 층(즉, 샌드위치 층)의 가닥 중 적어도 일부의 정렬에 있다. 갭은 이웃하는 층으로부터 단백질 가닥을 수용/포용할 수 있도록 가닥의 치수에 맞는 치수를 갖는다.
- [0209] 본 개시내용의 맥락에서, 단백질 층이 언급되는 경우, 이는 3D 다층 구조에서 단백질 가닥의 단일의 단층, 또는 단백질 가닥의 2 개 이상의 단층, 예를 들어, 차례로 쌓아서 형성된 일련의 단층으로 구성될 수 있는 단백질 가닥 층으로서 이해되어야 한다. 단층은 전체 층, 즉, 이전에 형성된 단층의 전체 표면 상에서 연장되는(그 위에 배치됨) 전체 층, 또는 부분 단층, 예를 들어, 이전에 형성된 단층의 일부 또는 일부만을 차지하는, 심지어 단일 가닥이 이전에 형성된 단층의 정상부에 배치되는 부분 단층일 수 있는 것으로 이해되어야 한다.
- [0210] 일부 예에서, 단백질 층은 단백질 가닥의 단층을 포함한다. 일부 다른 예에서, 단백질 층은 2 개의 단층을 포함하며, 하나는 그의 이전에 형성된 단층 위에 놓이고 이와 직접 접촉한다. 추가의 일부 다른 예에서, 단백질 층은 층 내에 최대 6 개, 때때로 최대 5 개, 때때로 최대 4 개의 단층을 포함하고, 각각 하나가 이의 이전에 형성된 단층 위에 놓이고 이와 직접 접촉한다.
- [0211] 가닥간 시스 형성 물질은 2 개의 순차적인 단백질 층 사이를 상호연결하는 방식으로 분배된다.
- [0212] 일부 예에서, 프린팅 베드 상에 미리 놓여진 가닥들 사이의 공간의 적어도 일부는 중첩된 가닥간 형성 물질이 위에 오버레이되는 단백질 층을 상호 교차하고 이전에 분배된 가닥간 시스 형성 물질과 접촉할 수 있게 하는 치수를 갖는다.
- [0213] 일부 예에서, 가닥간 시스 형성 물질은 고체 또는 반-고체 시트(필름)의 형태로 단백질 층 상에 적용된다. 본 개시내용의 맥락에서, 시트는 평평한 시트뿐만 아니라 상기 단백질 가닥의 적어도 일부에 걸쳐 맞춰지도록 구성

된 교대하는 세장형 오목 세그먼트를 갖는 물결 모양의 시트일 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 시트는 지그재그 단면 구성, 또는 도 2g에 예시된 것과 같은 물결 모양의 단면 구성을 가질 수 있다.

- [0214] 가닥간 시스 물질로 형성된 시트(필름)는 이미 놓여진 개방 시트(예를 들어, 픽 앤 플레이스 모드(pick and place mode))로서 가닥 층 위에 배치될 수 있거나, 이는 단백질 가닥 층 위에 배치될 때 펼쳐지는 롤링된 시트로 제공될 수 있다.
- [0215] 일부 예에서, 시트는 섬유질 요소(예를 들어, 단백질, 다당류 등)를 함유한다. 이러한 경우에, 시트(필름)는 전기방사 기술을 이용하여 제조될 수 있다. 일부 다른 경우에, 시트는 부직포 산업으로부터의 기술을 이용하여 형성되는 부직포 메쉬의 형태일 수 있다. 예를 들어, 부직포 메쉬는 평면 표면 상의 캐리어 내에 섬유질 물질의 분배를 통해 생성될 수 있다.
- [0216] 일부 다른 예에서, 가닥간 시스 형성 물질은 분무, 브러싱, 침지, 분배, 잉크-젯 프린팅, 스크린 프린팅 및 압출 중 어느 하나에 의해 액체 형태로 적용된다. 이를 위해, 가닥간 시스 형성 물질의 적용은 가닥간 시스 형성 물질이 액체이고, 일단 냉각되면, 가닥간 시스 형성 물질이 고화되는 온도에서 수행된다.
- [0217] 일부 예에서, 스크린 프린팅 기술은 가닥간 시스를 형성하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 카라기난, 펙틴, 키토산, 전분 및/또는 에틸 셀룰로스 용융물과 같은 다당류는 공지된 공극 크기 및 공지된 기하학적 크기를 갖는 폴리에스테르 네트 상에 도포된다. 이후, 실리콘 스크레이퍼의 단일 동작으로 액체가 기재 상에 증착된다. 기재는 가닥 층 또는 필름이 가닥 층으로 이동되는 이차 기재일 수 있다.
- [0218] 추가의 일부 다른 예에서, 가닥간 시스 형성 물질은 분말의 형태로 적용되고, 이후 이는 분말을 매스로 액체화, 용해 또는 수화시키는 적용 후 공정에 주어지게 되고, 이에 의해 가닥 사이의 갭을 차지하게 된다. 적용 후 공정은, 특히, 하기 추가로 논의되는 바와 같이, 수화 및/또는 열 처리 중 어느 하나 또는 조합을 포함할 수 있다. 이러한 적용 후 처리는 전형적으로 가닥간 시스를 형성하는 성분의 경화를 활성화시키기 위한 것이다.
- [0219] 가닥간 시스를 형성하기 위한 분말 물질은 단백질 분말, 예컨대, 대두, 글루텐, 완두, 감자 등으로 뿐만 아니라 분말 형태의 겔 형성 다당류로부터 제조될 수 있다.
- [0220] 제조 방법은 이미 증착된 단백질 및/또는 시스 형성 물질 내에 또는 그 위에 다른 물질을 적용하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제조 방법은 단백질 가닥의 적어도 일부에 지방 물질을 적용하는 단계; 및/또는 식용 첨가제를 적용하는 단계; 및/또는 수계 성분을 적용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0221] 단백질 가닥뿐만 아니라 제품 내에 혼입될 임의의 다른 물질은 단백질 가닥의 공간적 배열을 하나를 이의 이웃하는 가닥에 대해 규정하고, 또는 가닥이 폴딩된 가닥일 때 폴드를 이의 이웃하는 폴드에 대해 규정하는 어셈블리 계획에 따라; 및 시스 형성 물질로의 오버레이로 수동으로 또는 디지털 방식으로 배치될 수 있다.
- [0222] 대체육 어셈블리 계획은 단백질 가닥 및 가닥간 시스 물질 및 다른 필요한 성분(예를 들어, 지방 성분, 수계 성분)의 상이한 조합뿐만 아니라 층이 차례로 쌓아서 어셈블리되는 상이한 순서를 기재하는 데이터 점의 상세한 목록을 구축함으로써 준비될 수 있다.
- [0223] 어셈블리 계획의 실행은 원하는 어셈블리 계획에 따라 복합적인 3D 모델을 생성할 수 있는 컴퓨터 프로그램을 사용하여 수행한 다음에, 관련 기술분야에 공지된 슬라이싱 소프트웨어를 사용하여 육류 어셈블리 계획의 모든 데이터를 포함하는 최종 파일을 생성할 수 있다. 대체육 어셈블리 계획은 전형적으로 txt, xml, html 등과 같은 형식의 디지털 파일로 제공되는 디지털이다. 일부 경우에, 대체육 어셈블리 계획은 인간의 언어 파일, 또는 컴퓨터 판독 가능한 언어일 수 있다.
- [0224] 일부 예에서, 어셈블리 계획은 디지털 파일, txt 파일, XML 파일, CAD 파일, 3DS 파일, STL 파일, OBJ 파일, 또는 g-코드 파일 중 적어도 하나로 표시된다.
- [0225] 일부 경우에, 어셈블리 계획은 솔리드웍스(Solidworks) 또는 CAD와 같은 공지된 산업 모델링 도구 형식을 이용하는 디지털 3D 모델 파일이다.
- [0226] 일부 예에서, 어셈블리 계획은 시스템 작업 목록을 제어하기 위해 추가 소프트웨어에 의해 변환된 3D 모델 파일이다. 한 가지 비제한적인 예는 3D 슬라이싱 소프트웨어에 의해 3D 프린터에 업로드된 G-코드 형식 파일로 변환된 STL 3D 모델 파일일 수 있다.
- [0227] 일부 예에서, 대체육은 2 개의 3D 프린터를 사용하여 프린트된다.

- [0228] 일부 예에서, 3D 프린터는 2 개 이상의 프린터 헤드/침착 헤드를 포함하여, 프린트된 성분을 제공하는 카트리지/시린지를 교체할 필요 없이 적어도 하나의 단백질 가닥 및 적어도 하나의 다른 비-단백질 물질(예를 들어, 시스 형성 물질, 지방 성분, 수계 성분)의 침착을 가능하게 한다. 일부 예에서, 2 개 이상의 프린터 헤드를 갖는 3D 프린터를 사용하면 상이한 성분의 프린트 간에 상호 간섭 없이 상이한 성분을 동시에 프린트할 수 있다.
- [0229] 단백질 가닥을 형성하는 단백질 물질은 상이한 크기의 시린지, 또는 조정 가능한 팁과 호환되는 시린지(예를 들어 루어-락(Luer-Lok)TM)에 로딩될 수 있다. 각각의 시린지는 전형적으로 3D 프린터로 이용 가능한 바와 같은, 모터, 제어 장치 및 조정 가능한 막대로 구성된 침착 메커니즘을 사용하여 별도의 프린팅 스테이션 상에 로딩될 수 있다. 프린터 프로세서는 모터의 이동 속도에 의해 각각의 시린지의 침착 속도를 제어할 수 있어, 상이한 양의 성분 물질이 노즐을 통과하도록 하거나, 프린트-베드 모터 이동과 조합하여 단일 노즐 크기의 가닥으로부터 상이한 폭을 생성할 수 있다.
- [0230] 관련 프린터 헤드에 사용될 작동 및 장비는 이를 통해 분배될 성분을 기반으로, 예를 들어, 성분의 점도 또는 점조도를 기반으로 조정되거나 구체적으로 선택될 수 있다. 예를 들어, 상이한 모터와 상이한 기어가 도입되어 압출 램/오거 스크루/프로그래시브 캐비티 펌프에 더 강한 힘을 제공하여, 고점도 물질의 흐름을 가능하게 할 수 있다.
- [0231] 게다가, 기존 3D 프린터는 더 큰 침착 시린지 또는 캐니스터, 예를 들어, 적어도 60 ml, 적어도 80 ml, 적어도 100 ml, 적어도 120 ml, 또는 초과 용량을 갖는 식품-등급 스테인리스 강으로 제조된 용기를 포함하도록 재설계될 수 있다.
- [0232] 가열 부재가 또한 분배된 단백질 물질의 조직감 및/또는 유동성에 영향을 주기 위해 이러한 카트리지/시린지에 설치될 수 있다. 예를 들어, 가열은 동일 반응계에서 단백질 조성물의 일부 수준의 변성을 야기할 수 있거나, 지방, 수분, 및 단백질 조성물 중 임의의 것의 점도 조정을 허용할 수 있다.
- [0233] 단백질 가닥 및 시스 형성 물질은 중간 또는 어셈블리-후 가공 단계를 거칠 수 있다.
- [0234] 용어 "중간 가공"의 사용은 이미 증착된 단백질 가닥(들) 및/또는 단백질 층(들) 및 적어도 하나의 가닥간 시스 물질에 적용되지만 모든 단백질 가닥 및 시스 물질이 완전히 증착되기 전에 적용되는(즉, 제조 방법의 중간에) 가공 단계로서 이해되어야 한다. 다시 말해서, 가공 단계는 N 개의 단백질 층 및/또는 M 개의 시스간 형성 물질을 분배한 후에 적용되며, N 및 M은 동일하거나 상이하고, 각각은 1 이상의 정수이다.
- [0235] 용어 "어셈블리-후 가공 단계"의 사용은 모든 단백질 층 및 가닥간 시스 물질이 어셈블리 계획에 따라 증착된 후에 적용되는 가공 단계로 이해되어야 한다.
- [0236] 일부 예에서, 가공 단계는 이미 증착된 물질로부터 수분을 제거하거나 도입하는 것(재수화 또는 탈수)을 포함한다.
- [0237] 일부 다른 또는 추가의 예에서, 가공 단계는 열처리를 포함한다. 열처리는 적외선(IR) 방사선, 가열 또는 냉각을 포함할 수 있다.
- [0238] 일부 다른 또는 추가의 예에서, 가공 단계는 UV 방사선을 포함한다. 예를 들어, 가공 단계는 약 0.1% 내지 1% w/w의 광-개시제, 예를 들어, CIBA Irgacure 2959를 이용하여 350 nm 내지 420 nm의 피크를 생성하는 수은 램프 또는 UV LED 공급원에 노출시키는 것을 포함할 수 있다.
- [0239] 또 하나의 바람직한 예에서, 가공 단계는 분배된 층 상에 압력을 가하는 것을 포함한다.
- [0240] 일부 예에서, 압력은 층의 표면에 수직인 방향(즉, 가닥 및/또는 증착된 시스 시트의 방향에 수직)으로 가해진다.
- [0241] 일부 다른 예에서, 압력은 진공 압력이다.
- [0242] 적층된 제품에 가해진 압력은 제조된 제품에서 부피 감소 및/또는 밀도 증가를 초래한다.
- [0243] 부피 감소가 언급되는 경우, 압력은 압력을 가하기 전 및 후에 증착된 층의 부피에서 적어도 5% 변화를 초래할 수 있다.
- [0244] 밀도의 증가가 언급되는 경우, 압력은 밀도의 적어도 5% 증가를 초래할 수 있다. 밀도의 증가는 아르키메데스(Archimedes) 방법, 즉, 중량 부력법(gravimetric buoyancy method)에 의해 하기 방정식에 따라 결정될 수 있다:

$$\rho = \frac{A}{A - B} (\rho_0 - \rho_L) + \rho_L$$

[0245]

[0246]

 ρ = 샘플의 밀도

[0247]

A = 공기 중 샘플의 중량

[0248]

B = 보조 액체 중 샘플의 중량

[0249]

 ρ_0 = 보조 액체의 밀도

[0250]

 ρ_L = 공기의 밀도

[0251]

이로 국한되지는 않지만, 압력은 또한 가닥 사이에 형성된 간극 내에 임의의 포획된 공기를 제거하는 것을 보조하여, 생성된 대체육의 온전성을 개선하는 것으로 사료된다. 또한, 압력은 층과 가닥간 시스 물질 사이의 접착력을 개선할 수 있다. 때때로, 글루텐 분말과 같은 접착 물질이 첨가되어 대면 가닥에 대해 시스 물질의 접착을 개선할 수 있다.

[0252]

중간 또는 증착 후 가공 단계는 또한 다음 중 어느 하나를 야기할 수 있다: 다음 층을 프린팅하기 전에 층을 안정화시키기 위해 대체육의 성분의 증착 후 고화; 증착된 물질 내 성분의 결합의 유도 또는 촉진을 위해 증착 후 조직화의 유도 또는 촉진.

[0253]

어셈블리가 완료된 후, 얻어진 제조된 대체육은 튀기기, 끓이기, 다지기, 조리 등을 포함하는 통상적인 요리 방법에 따라 추가로 가공될 수 있다.

[0254]

가능한 어셈블리 계획의 예시를 위해, 본 개시내용에 따른 대체육을 형성하기 위한 단백질 층 및 가닥간 시스 물질의 적층 및 후속 가공 단계의 일부 비제한적인 예를 예시하는 도 2a 내지 도 2g가 참조된다. 간소화를 위해, 도 2a에서 사용된 것과 유사한 참조 부호가 도 2a 내지 도 2g에서도 사용될 것이다.

[0255]

도 2a는 본 개시내용의 일 실시양태에 따른 대체육(200A)를 제조하기 위한 어셈블리 계획(202A)의 개략적인 단면도를 제공한다. 어셈블리 계획(202A)은 별개의 단백질 가닥(210)을 포함하며, 이들 각각은 층(214) 내에서 이웃하는 가닥 사이에 갭(212)을 갖는다. 각각의 층(214)은 단층으로 형성되고, 각각의 단층은 이러한 예시된 실시양태에서 평평한 시트로서 제시된 가닥간 시스 필름(216)에 의해 이전에 또는 이후에 배치된 층(각각 층 아래 또는 위)으로부터 분리된다. 일단 층이 제자리에 있으면(단백질 가닥 및 시스 물질), 화살표(218)로 예시된 바와 같이, 층의 압축 및 가닥 사이의 갭으로의 가닥간 시스 물질의 프레싱을 야기하여 가닥간 매스(220)에 공기 충전된 갭을 전환시키는 가공 단계가 수행된다. 이러한 어셈블리 구성의 단면은 허니-콤 구조와 유사하다.

[0256]

도 2a 내지 도 2g에서 가닥, 갭 및 시트는 동일한 치수를 갖는 것으로 예시되어 있지만, 이들은 반드시 가닥 및 시트의 단일 대체육 치수(뿐만 아니라 조성)이지 않고, 갭의 치수는 다양할 수 있으며, 모두 소정의 어셈블리 계획에 따른다는 것이 주지되어야 한다.

[0257]

도 2b는 어셈블리 계획(202B)에 따른 대체육(200B)에 대한 또 다른 가능한 구성을 제공한다. 구체적으로, 어셈블리 계획(202B)은 2 개의 상이한 층 배열로서, 각각의 가닥(210)이 층 내에서 갭(212)만큼 이의 이웃하는 가닥으로부터 이격되어 있는 제1 층 배열(214), 및 각 쌍이 쌍 갭(232)만큼 층 내에서 이웃하는 쌍으로부터 이격되어 있는 가닥(230)의 쌍을 포함하는 제2 층 배열(224)을 포함한다. 갭(212) 및 쌍 갭(232)은 반드시 동일한 치수여야 하는 것은 아니다. 압력(218)을 가한 후, 가닥간 시스 물질(216)은 가닥(210)과 쌍(230) 사이의 갭(212) 및 쌍(232)으로 프레싱되어, 가닥간 매스(220)를 형성한다.

[0258]

도 2c는 어셈블리 계획(200B)에 기초하여 대체육(202C)에 대한 추가의 또 다른 가능한 구성을 제공한다. 구체적으로, 어셈블리 계획(200C)은 각각 단백질 가닥(234A 및 234B)의 2 개의 단층으로 구성된 단백질 층(214)을 형성하도록 설계된다.

[0259]

도 2d는 어셈블리 계획(200D)에 기초하여 대체육(202D)에 대한 추가의 또 다른 가능한 구성을 제공한다. 구체적으로, 어셈블리 계획(200D)은 층 내의 일부 가닥이 가닥(212)과 같은 이웃하는 가닥과 임의의 접촉 없이 배치되고 일부가 적어도 하나의 이웃하는 가닥으로부터 갭 없이 배치되어, 예를 들어, 쌍을 이룬 가닥, 예컨대, 쌍을 이룬 가닥(230)을 형성하고 일부가 배치되도록, 가닥들 사이에 무작위 이격되어 있는 단백질 가닥의 층(214)을 제공하도록 설계된다.

- [0260] 도 2e는 어셈블리 계획(200E)에 기초하여 대체육(202E)에 대한 추가의 또 다른 가능한 구성을 제공한다. 구체적으로, 어셈블리 계획(200E)은 가닥의 일부가 쌍을 이룬 가닥(230)과 같이 쌍을 이루고, 층 내 가닥의 일부가 세그먼트(236)와 같이 연속 평행 가닥의 세그먼트를 형성하고, 일부가 가닥(212)과 같이 완전히 이격되도록, 가닥들 사이에 단지 낮은 수준(즉, 작은) 간격의 단백질 가닥의 층(214)을 제공하도록 설계된다.
- [0261] 도 2f는 어셈블리 계획(200A)에 기초하지만, 일부 가닥이 지방 함유 가닥(238)으로 대체된 대체육(202F)에 대한 추가의 또 다른 가능한 구성을 제공한다.
- [0262] 도 2g는 어셈블리 계획(200G)에 기초하여 대체육(202G)에 대한 추가의 또 다른 가능한 구성을 제공한다. 구체적으로, 어셈블리 계획(200G)은 각 층(214) 사이에 배치된 가닥간 시스 물질의 물결 모양의 필름(240)을 사용하도록 설계된다. 이론으로 국한되지는 않지만, 도 2g에 도시된 유형의 물결 모양의 필름을 사용하면 인접한 가닥 사이의 공기 간극의 형성을 방지하거나 양을 줄이는 데 도움이 된다. 존재하는 경우, 공기 간극은 압축 단계 동안 전형적으로 감소되거나 제거되지만, 물결 모양의 시스를 사용하는 것이 추가로 도움이 될 수 있다.
- [0263] 어셈블리 계획은 층을 구성하는 방식에서 상이할 수 있지만, 생성된 대체육은 동일한 최종 특성을 가질 수 있음이 주지된다. 이는 대체육(202A)의 개략도와 대체육(202G)의 개략도 사이의 유사성에 의해 나타날 수 있다.
- [0264] 가닥간 시스 물질은 상이한 시트 유사 구성을 갖도록 제조될 수 있으며, 이들 중 일부는 도 3a 내지 도 3e에 예시되어 있다.
- [0265] 구체적으로, 보다 일반적인 형태는 도 3a에 예시된 것과 같은 완전한 시트일 것이지만, 시스 물질은 개별 스트라이프로 적용될 수 있고, 예를 들어, 도 3b에 예시된 바와 같이 하나가 다른 것에 대해 평행한 형태로 단백질 층 상에 오버레이될 수 있다.
- [0266] 일부 예에서, 스트라이프는 도 3c에 예시된 바와 같이 프레이밍될 수 있고/있거나 도 3d에 예시된 바와 같이 교차 스트라이프로 강화될 수 있다.
- [0267] 또 다른 일부 추가 예에서, 스트라이프는 도 3e에 예시된 바와 같이, 상이한 물질, 예를 들어, 2 개 유형의 시스 형성 물질(스트라이프 패턴으로 구별됨)의 스트라이프와 조합될 수 있다.
- [0268] 본원에 사용된 바와 같이, 형태 "a", "an" 및 "the"는 문맥이 명백하게 달리 지시하지 않는 한 단수뿐만 아니라 복수 언급대상을 포함한다. 예를 들어, 용어 "단백질 기반 성분"은 대체육 내에서 단백질 기반 세그먼트를 형성할 수 있는 상이한 단백질 조성물의 하나 이상의 성분을 포함한다.
- [0269] 또한, 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "포함하는"은, 예를 들어, 성분, 예를 들어, 단백질 조성물이 열거된 단백질을 포함하나, 지방 및 물과 같은 다른 단백질을 포함한 다른 물질을 제외하지 않음을 의미하는 것으로 의도한다. 용어 "본질적으로 이루어진"은, 예를 들어, 열거된 물질을 포함하나 생성된 대체육의 특징에 본질적인 중요성을 가질 수 있는 다른 물질을 제외하는 성분을 정의하는 데 사용된다. 따라서, "이루어진"은 다른 요소를 미량 초과로 제외하는 것을 의미할 것이다. 이들 전환 용어 각각에 의해 정의된 실시양태는 본 개시내용의 범위 내에 있다.
- [0270] 게다가, 모든 숫자 값은, 예를 들어, 본원에 개시된 성분을 구성하는 요소의 양 또는 범위가 언급되는 경우, 언급된 값의 최대 20%, 때때로 최대 10%까지 (+) 또는 (-) 변경되는 근사치이다. 항상 명시적으로 언급되지 않더라도 모든 숫자 지정은 용어 "약"이 선행된다는 것이 이해되어야 한다.
- [0271] 추가로, 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "퍼센트", 또는 "%"는 달리 구체적으로 나타내지 않는 한, 중량 기준 퍼센트를 지칭한다.
- [0272] 본 발명은 이제 본 발명에 따라 수행된 실험의 하기 설명에서 예시될 것이다. 이들 실시예는 제한이 아니라 예시의 성질로 의도된 것임이 이해되어야 한다. 명백히, 상기 교시내용에 비추어 이러한 실시예의 많은 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 첨부된 청구항의 범위 내에서, 본 발명은 하기에 구체적으로 기재된 바 보다, 무수히 많은 가능한 방식으로 실시될 수 있음이 이해되어야 한다.
- [0273] **비제한적인 실시예**
- [0274] **실시예 1 - 단백질 조성물 및 시스 조성물**
- [0275] 단백질 가닥 사이의 시스의 존재 및 조성이 상이한 3 개의 대체육 시편을 제조하였다. 각각의 대체육은 하기를 포함한 단백질 가닥을 형성하는 반죽에서 동일한 단백질 조성물을 함유하였다:

[0276] 단백질 함유 반죽(가닥 형성 물질)의 제조:

[0277] 표준 가정용 믹서에서 15% 글루텐(Sorpol™에 의한 활성 밀 글루텐), 60% 수돗물, 5% 카놀라유(Shufersal™), 5% 적색 향신료 착색제(Texturot™), 및 15% 조직화 식물성 단백질(TVP SUPRO MAX 5010 IP)을 혼합함으로써 단백질 반죽을 제조하였다. 단백질 조성물은 본원에서 약어 "NSH_ref"로 지칭된다.

[0278] 시스 형성 물질의 제조:

[0279] 글루텐 분말로부터의 필름: 동일 반응계에서, 즉, 0.002% 내지 2%(gr/cm²)의 단백질 가닥 층을 글루텐으로 코팅하고, 후속하여 100℃로 45 min 동안 가열함으로써 배치된 필름에 의한 필름의 형성을 활성화시킴으로써 글루텐 필름을 형성하였다. 글루텐 필름은 본원에서 약어 "Glu"로 지칭된다.

[0280] 카라기난으로부터의 필름: 물(w/w) 중 5% 카라기난(CPkelco Genugel wr78)의 용액을 혼합하고 고전단 동안 혼합물을 가열함으로써 필름을 제조하였다. 이후, 핫 멜트를 0.4 mm 두께의 필름을 형성하기에 충분한 양으로 몰드에 넣고, 필름이 충분히 냉각되도록 하였다(카라기난 T_m 미만). 카라기난 필름은 본원에서 약어 "Car"로 지칭된다.

[0281] 카라기난-글루텐 필름의 제조: 먼저 기재된 바와 같이 카라기난 필름을 제조하고 필름 1 cm² 당 약 0.02 g의 글루텐 농도의 글루텐 분말로 카라기난 필름을 코팅함으로써 Car-Glu 필름을 제조하였다. 이어서, 글루텐 코팅된 필름을 단백질 가닥 층 위에 놓고, 코팅된 필름을 Glu 필름에 대하여 기재된 바와 같이 가열함으로써 활성화시켰다. 카라기난-글루텐 필름은 본원에서 약어 "Car-Glu"로 지칭된다.

[0282] 대체육의 형성:

[0283] 제조된 단백질 반죽을 4 mm 노즐이 장착된 전기 코킹 건(Makita DCG180)에 의해 가닥으로 추출하였다. 이어서, 가닥을 각 층의 가닥이 이격되도록 층으로 정렬하였다(각 가닥 쌍 사이의 거리는 본질적으로 가닥의 두께임). 각 단백질 층의 정상부에 필름 형성(시스 형성) 물질을 배치하였다(모두 상기 정의된 바와 같은 유형).

[0284] 이어서, 다음 단백질 가닥 층을 각 가닥이 이전에 배치된 2 개의 정렬된 가닥의 겹의 정상부에 맞춰지도록 시스 물질의 정상부에 배치하였다.

[0285] 4 개 유형의 대체육을 제조하였다:

[0286] 참조 대체육: 단백질 가닥만을 포함함("NSH-Ref").

[0287] 대체육 I: 5% κ-카라기난을 포함한 시스 물질 조성물("Car")

[0288] 대체육 II: 1 cm² 당 0.02 g의 단백질 가닥에 걸친 적용 범위에서 순수한 글루텐 분말을 포함한 시스 물질 조성물("Glu")

[0289] 대체육 III: 양면이 필름 1 cm² 당 0.02 g의 글루텐 분말로 덮인 5% κ-카라기난을 포함한 시스 물질 조성물("Car-Glu")

[0290] 층의 구축 및 시스 형성 물질의 배치를 요망되는 대체육(슬래브 치수 10 cm*10 cm)가 수득될 때까지 계속하였다.

[0291] 모든 슬래브를 실험실의 내부 온도가 95℃에 도달할 때까지 100℃의 Sous Vide에서 경화시키고, 이 온도에서 적어도 15 분 동안 유지시켰다.

[0292] 이어서, 상이한 슬래브를 시험 전에 4℃의 냉장고에서 밤새 냉각시켰다. 샘플이 주위 온도(20℃ 내지 25℃)에 도달한 후 시험을 수행하였다.

[0293] 도 4a 내지 도 4c는 글루텐 분말을 갖는 카라기난 조성의 대체육(CarGlu, 포물레이션 III)의 어셈블리된 층에 대한 이미지이다. 구체적으로, 도 4a 및 도 4b는 단백질 가닥(410) 및 교대 가닥간 시스 필름(416)의 어셈블리된 층에 대한 사진 이미지의 측면도 및 평면도이고, 여기서 도 4c는 5 mbar 내지 7 mbar의 진공을 사용하여 어셈블리된 층의 압축 후 측면도를 제공한다.

[0294] 도 5a 내지 도 5b는 카라기난 필름의 조성으로 도 2a에 예시된 유형의 제조 방법 후에 수득된 대체육의 이미지이고; 도 5a는 광학 이미지를 제공하고, 반면에 도 5b는 눈금이 있는 동일한 이미지를 제공한다.

[0295] **실시예 2 - 특징화**

[0296] 상기 기재된 바와 같이 제조된 NSH-Ref, Car 및 Car-Glu의 대체육의 샘플을 도 2a에 예시된 어셈블리 계획에 따라 제조하고 구성하였다. 이어서, 각각의 대체육을 이의 경도 및 인장 특성에 대해 평가하였다.

[0297] **인장 강도:**

[0298] 인장 강도는 50*20*10 mm의 시편(10 cm*10 cm의 프린팅된 슬래브로부터 절단부)에 대해 측정되었다. 그립핑 거동을 향상시키고 미끄러짐을 방지하기 위해 시편을 이의 에지에서 시아노아크릴레이트 접착제로 코팅하였다. PLA 물질을 사용하여 3D 프린팅되고 날카로운 3 mm 스파이크를 갖는 10×20 mm의 접촉 면적을 갖는 그립퍼에 의해 시편을 그립핑하고(도 6a 참조) 수동 나사로 작동시켰다. 이후, 실온(23℃ ± 2℃)에서, 각각의 시편을 1 KN 로드 셀이 장착된 LLOYD TPA 기기를 사용하여 20 mm/s의 속도로 신장시켰다. 도 6b는 2 개의 그립퍼 사이에 사용되는 동안 신장된 시편을 보여주는, 포물레이션 I(CAR)의 인장 강도 측정의 이미지를 제공한다.

[0299] P, XP 및 Z 축을 따라 CAR을 포함하는 샘플의 인장 강도 측정 결과는 각각 도 7a 내지 도 7c에 제공되어 있다.

[0300] 결과는 또한 표 1A 및 도 8에 제시되어 있다. 구체적으로, 도 8은 3 개의 상이한 방향에서 (표 1A의 데이터에 기초하여) 평가된 샘플의 인장 강도를 나타내는 막대 그래프이다.

[0301] 표 1A는 상이한 축에 따른 상이한 시편의 인장 강도를 제공한다.

[0302] **표 1A - 인장 강도**

인장 강도 (MPa)		
	P	평균 XP/Z*
Ref	0.032	0.011
I	0.062	0.026
III	0.056	0.019

* 평균 XP/Z는 P에 수직인 적어도 2 개의 방향의 평균을 나타냄

[0303]

[0304] 결과는 가닥의 방향인 P 축에서 더 높은 인장 강도가 나타남을 보여준다. 또한, 표 1A 및 도 8은 본원에 개시된 유형의 가닥간 시스템을 사용할 때, 대체육의 인장 강도가 참조와 비교하여 모든 방향에서 개선됨을 보여준다.

[0305] 도 9a 내지 도 9b는 실제 육류에서 결합 조직의 거동과 유사한 가닥간 시스템 물질에 의한 단백질 가닥의 '수용'을 보여주어 본 개술의 개념 증명을 제공하는, 대체육(CAR-Glu, 도 9a) 대 실제 육류(도 9b)의 이미지이다.

[0306] 추가 시험에서, 시스템 형성 물질로서 CAR을 포함하는 25*20*10 mm의 더 작은 시편을 사용하였다. 시편을 이들의 에지에서 접착시키고, 도 6a에 도시된 그립퍼에 배치하였다. 표 1B는 2 개의 동일한 시험된 시편에 대한 최대 하중(MPa)을 보여준다.

[0307] **표 1B - 그립퍼를 사용한 25*20*10 mm 시편의 인장 강도**

시편 (25*20*10)	최대 하중 (MPa), XP 축
시편 1	0.06
시편 2	0.056

[0308]

[0309] 또 다른 추가 시험에서, 20*20*10 mm의 심지어 더 작은 시편(CAR)을 사용하였다. 각각의 시험된 시편을 도 10a 내지 도 10c에 예시된 바와 같이, 한 쌍의 T-자형 고정물 사이에 배치하였다. 신장을 가능하게 하기 위해, 시편을 시아노아크릴레이트 접착제를 사용하여 플레이트에 접착시키고, 접착제가 건조되게 한 후(약 10 분), 측정을 시작하였다(20 mm/min의 속도).

[0310] 구체적으로, 도 10a는 플레이트(1010) 및 아암(1020)을 포함하는 단일 T-자형 고정물(1000)을 도시한 것이고, 반면에 도 10b는 한 쌍의 T-자형 고정물(1000a 및 1000b), 및 이들의 각각의 아암(1020a 및 1020b)을 포함하는 시스템(1050)으로서, 각각의 개별 T-자형 고정물의 플레이트(1010a)와 플레이트(1010b) 사이에 시험된 시편(1030)을 수용하고 있는 시스템(1050)을 도시한 것이다.

[0311] 신장 시(20 mm/min의 속도), 도 10c에 도시된 바와 같이, 시편의 접착된 에지가 플레이트(1010a 및 1010b)에 부착된 채로 유지되었다.

[0312] T-자형 고정물을 사용하여 4 개의 반복 시험(동일한 치수 및 조성의)의 가닥 방향에 수직으로 측정된 인장 강도가 표 1C에 제공되어 있다.

[0313] 표 1C - T-자형 고정물을 사용한 20*20*10 mm 시편의 인장 강도

시편 (25*20*10)	최대 하중 (MPa)
시편 1	0.034
시편 2	0.042
시편 3	0.0455
시편 4	0.0425

[0314]

[0315] 상기 결과는 시험된 시편의 치수와 무관하게, 가닥의 방향에 수직인 한 방향으로 측정될 때 인장 강도가 적어도 0.033 MPa임을 보여준다.

[0316] 영률 및 경도:

[0317] 영률 및 경도 강도는 상기 기재된 대체육 I(Car) 및 III(Car-Glu)를 사용하여 단백질 가닥만을 포함하는 참조 샘플(Ref)에 대해 결정되었다. 이를 위해, 높이 20 mm*폭 20 mm*두께 20 mm(8000 mm³)의 치수를 갖는 대체육의 입방 시편이 절단되었다. 압축 속도는 50%의 변형에 도달할 때까지 90 mm/min이다. 모듈러스는 0.02 내지 0.1의 변형률 범위에서 계산되었다. 압축 모듈러스(영 모듈러스) 및 경도는 상기 기재된 바와 같이 1 KN 로드 셀이 장착된 LLOYD TPA 시스템을 사용하여 결정되었다. 결과는 하기 표 2A에 제공되어 있다.

[0318] 표 2A: 예시적인 대체육 시편의 물리적 특성

시편	압축 모듈러스 [MPa]				경도 [N]			
방향	P	XP	Z	Avr XP/Z*	P	XP	Z	Avr XP/Z*
Ref	0.39	0.34		0.34	51.9	45.1		45.1
I	0.49	0.43	0.56	0.5	54.5	39.3	56.0	47.7
II	1.05	1.06	1.54	1.3	125.8	113.2	160.7	137.0
III	0.60	0.45	0.88	0.67	78.3	62.1	107.4	62.1

*Avr XP/Z는 P에 수직인 적어도 2개의 방향의 평균을 나타냄

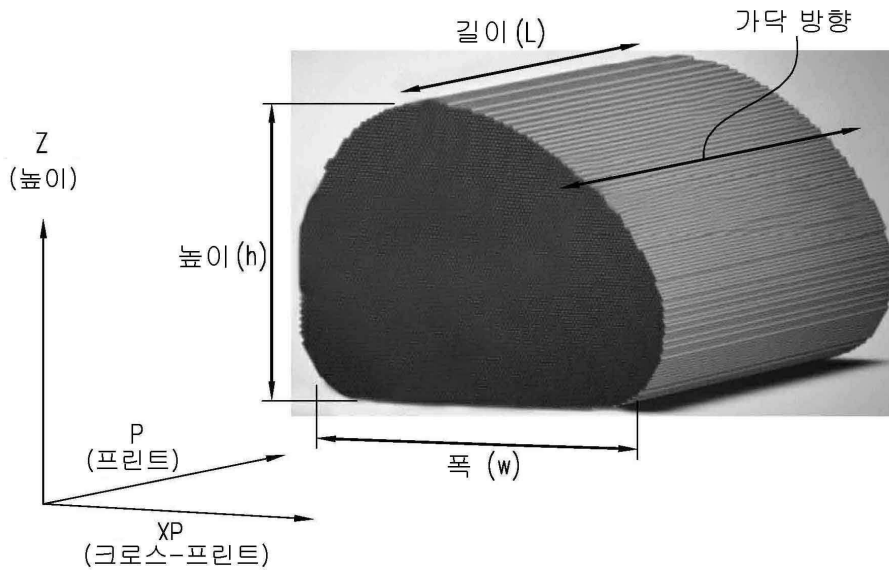
[0319]

[0320] 추가 시험에서, 2 개의 더 얇은 절단부(XP 방향에서 20*20*10 mm)의 조합으로부터 시편을 제조한 다음, 2 개의 절단부에서 가닥의 방향이 본질적으로 정렬되도록 차례로 쌓아서 적층하여, 20*20*20 mm의 최종 시편을 제공하고, 2 개의 압축 플레이트 사이에 배치하였다. 이어서, 시편을 이의 초기 치수의 50%(한 방향으로)로 압축하고,

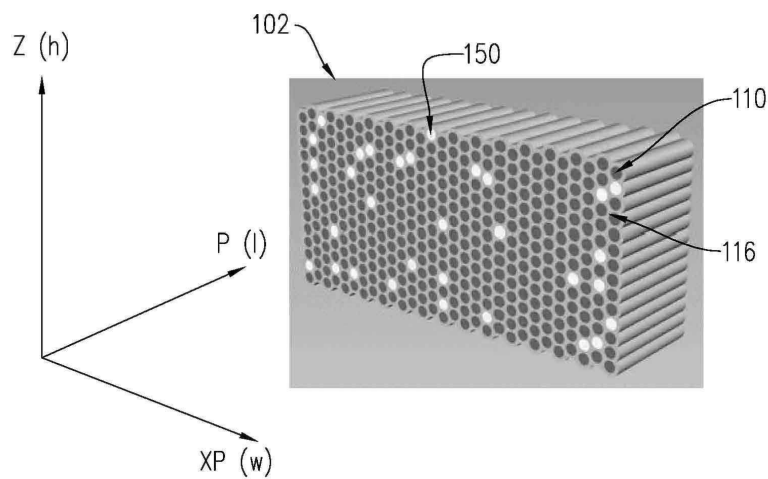
3 개의 예시적인 시편(동일한 조성 및 치수의)에 대해 XP 방향에 따른 경도를 결정하였다. 결과(미도시)는 본 발명의 범위 내에 있고 표 2A에 나타난 것과 유사한 것으로 밝혀졌으며, 따라서 경도가 또한 더 작은 치수의 절단부에서 측정되고(표 2A의 시편과 비교하여) 동일한 전체 치수로 조합될 수 있다는 이해를 뒷받침하였다.

도면

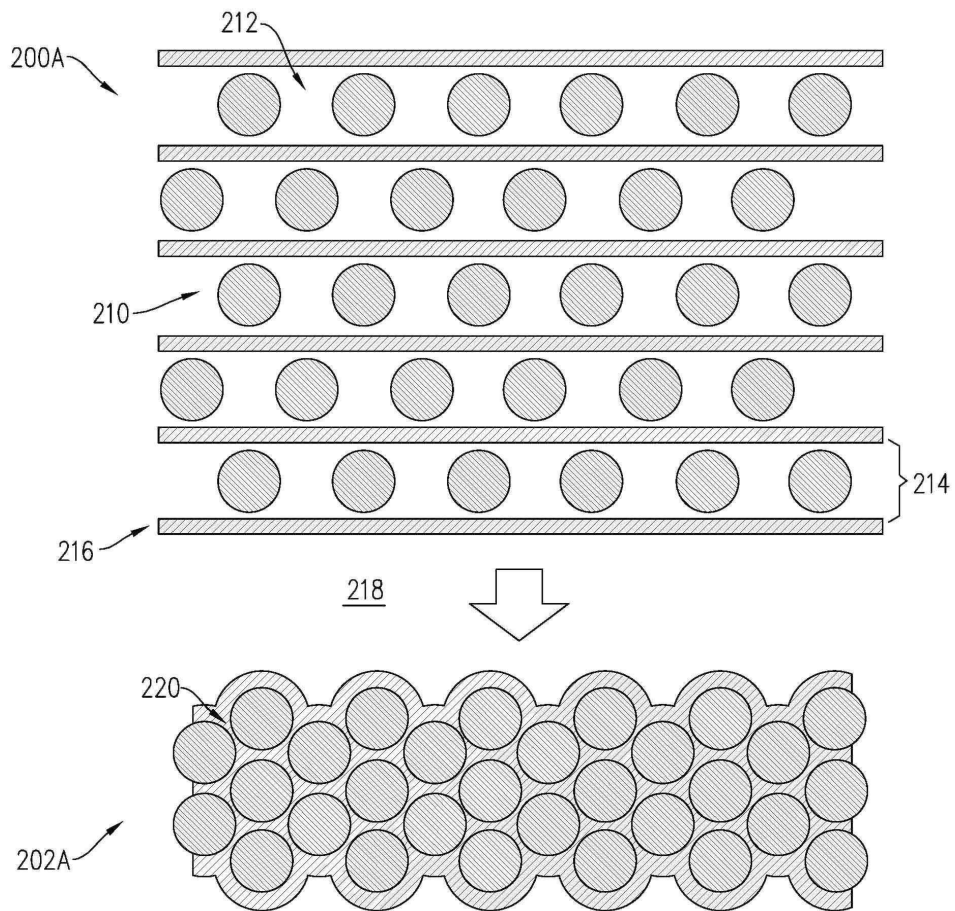
도면1a



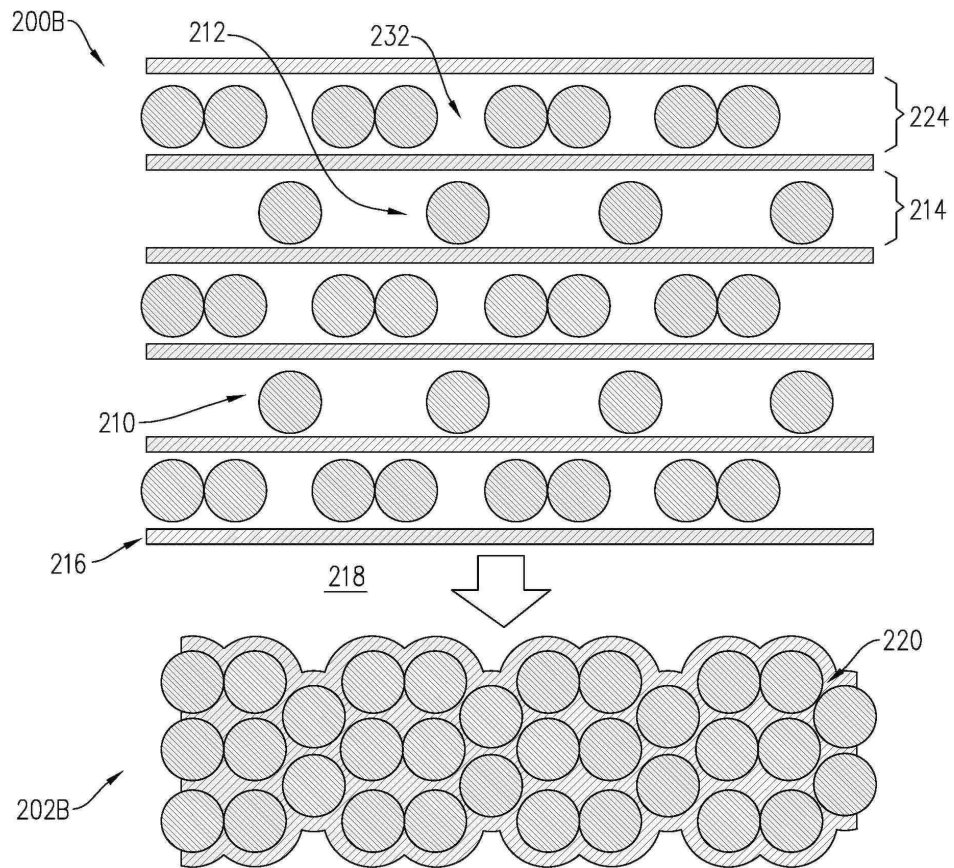
도면1b



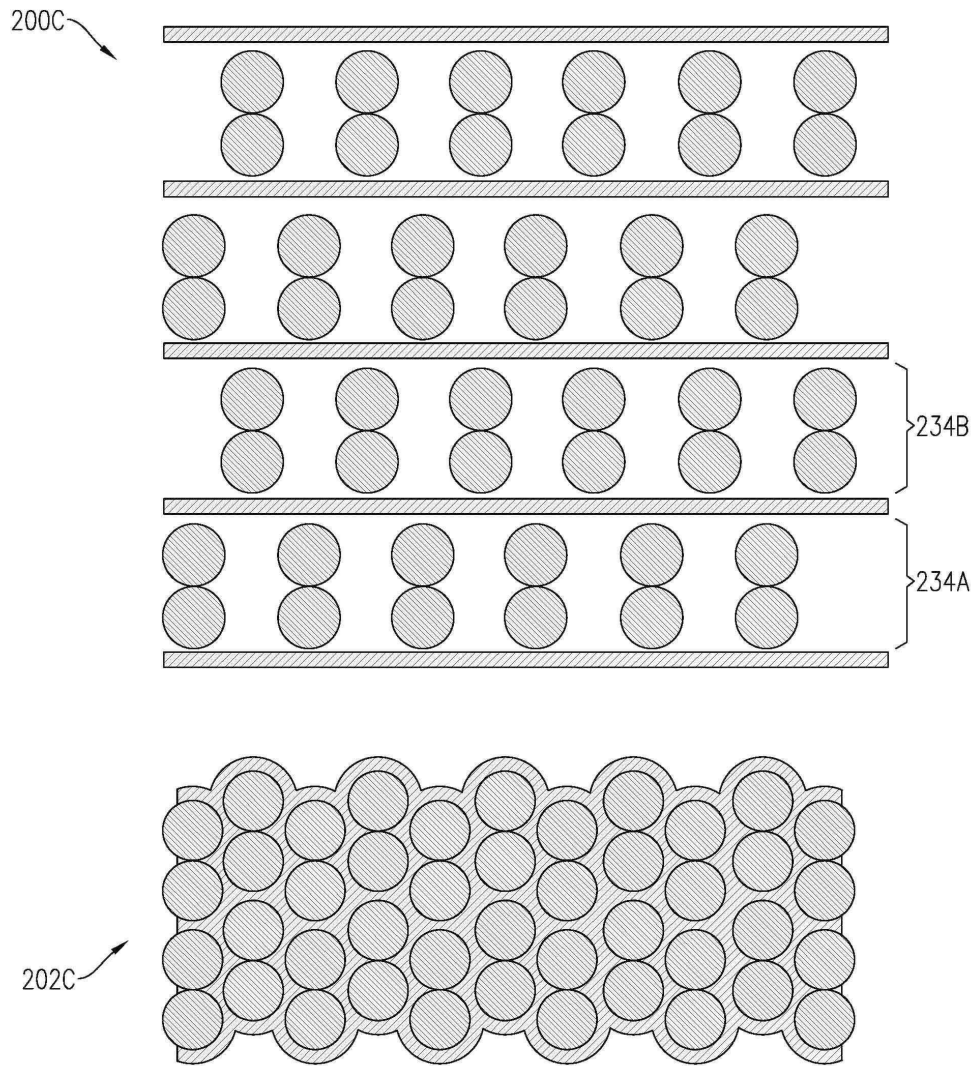
도면2a



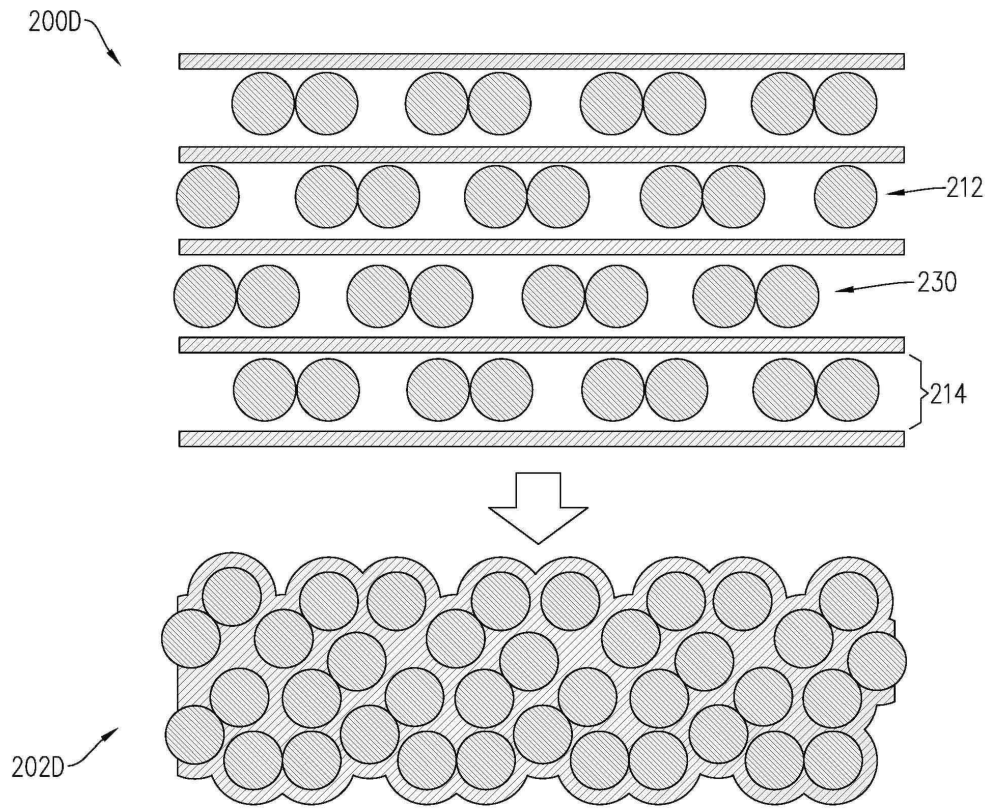
도면 2b



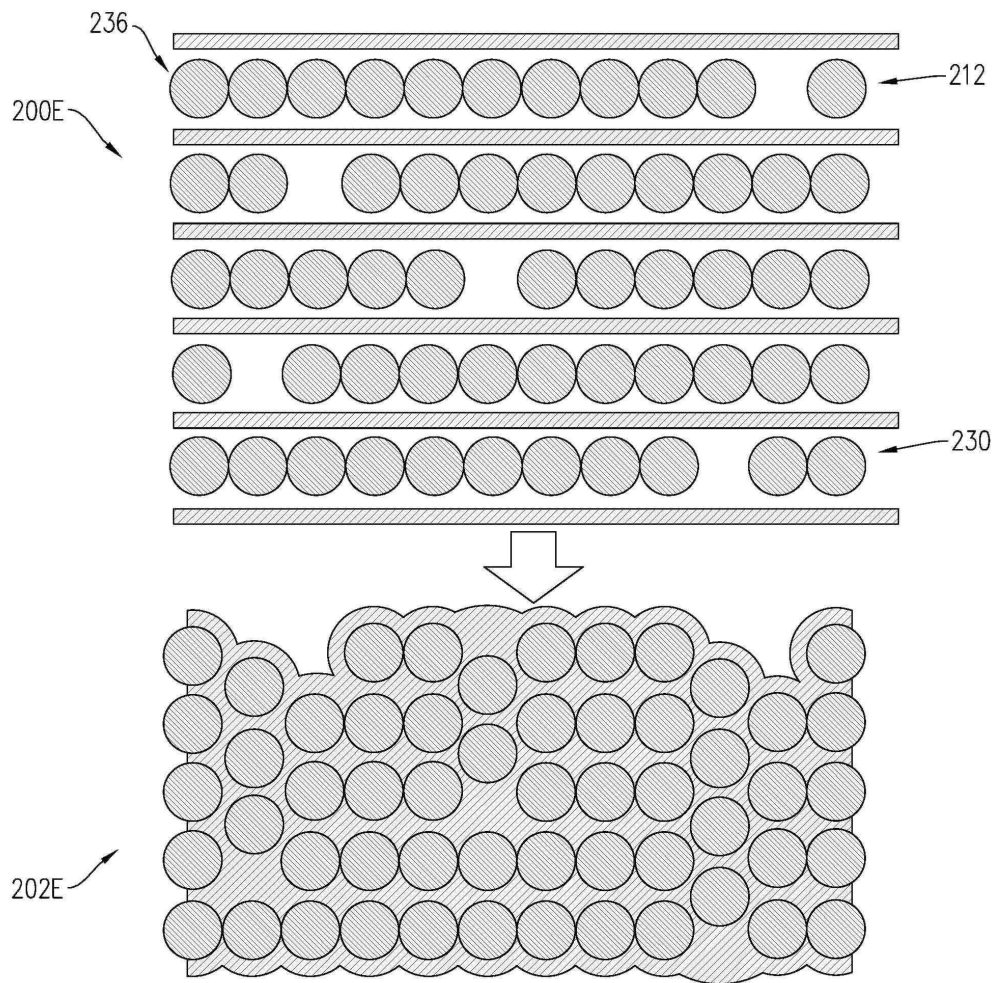
도면2c



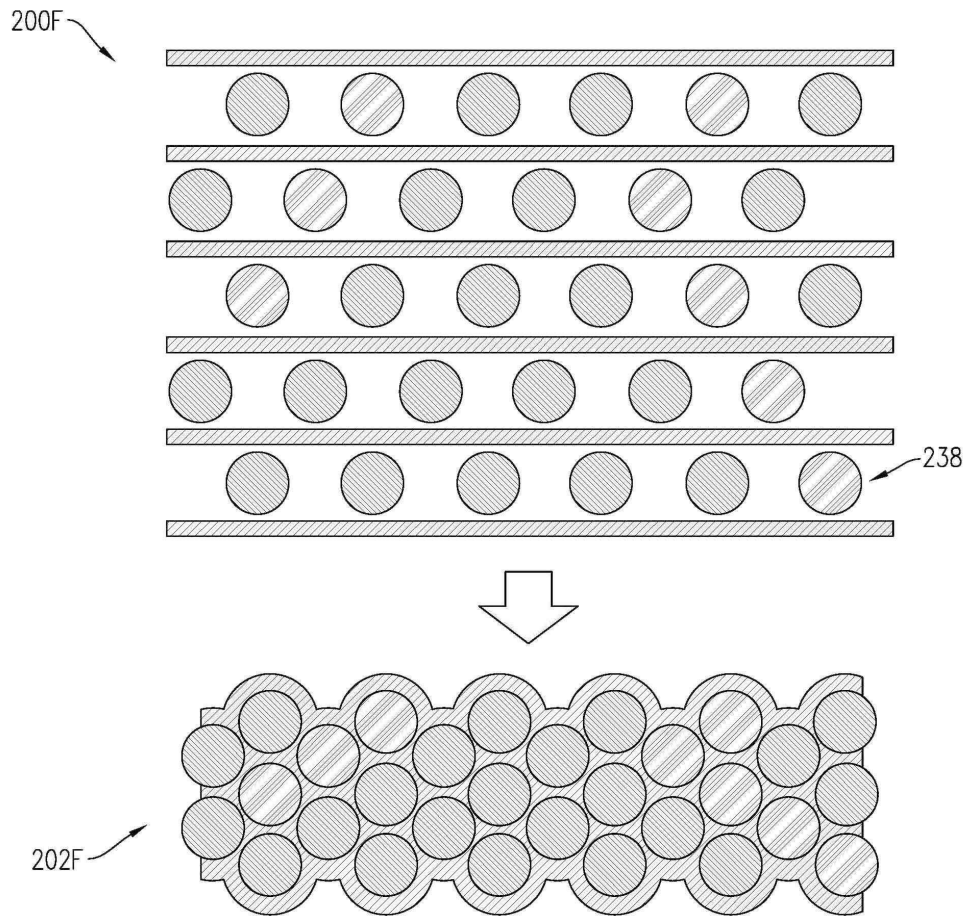
도면2d



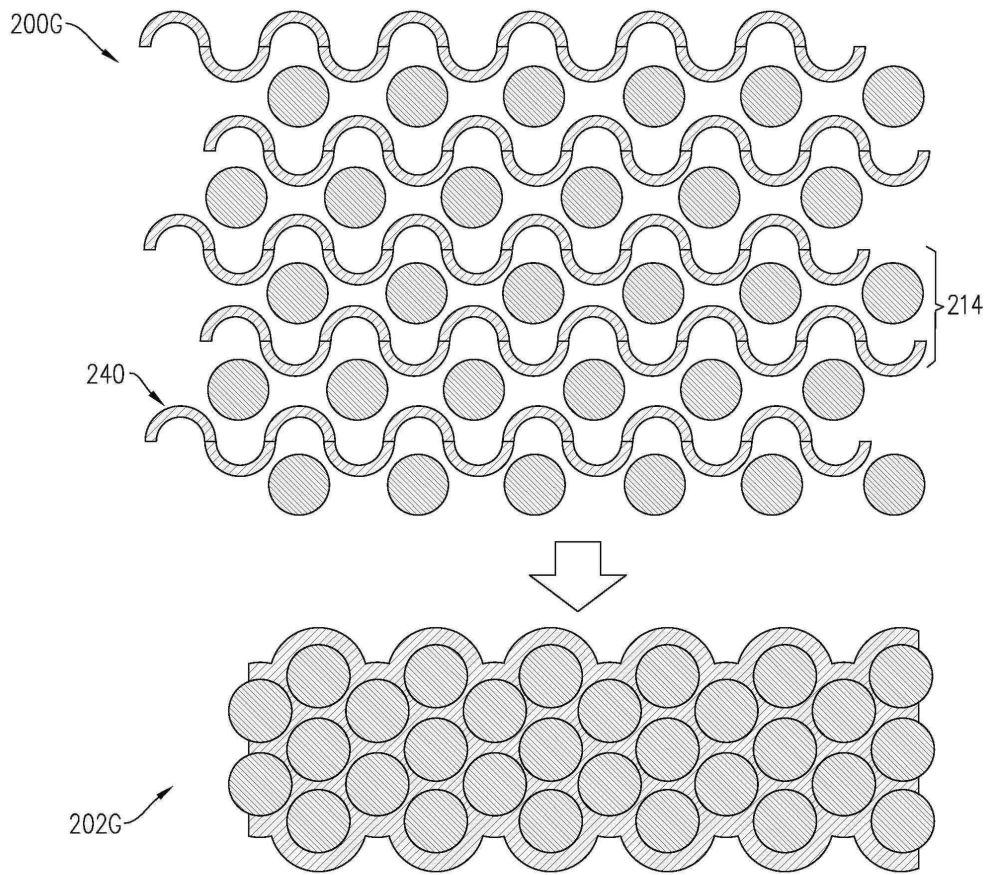
도면2e



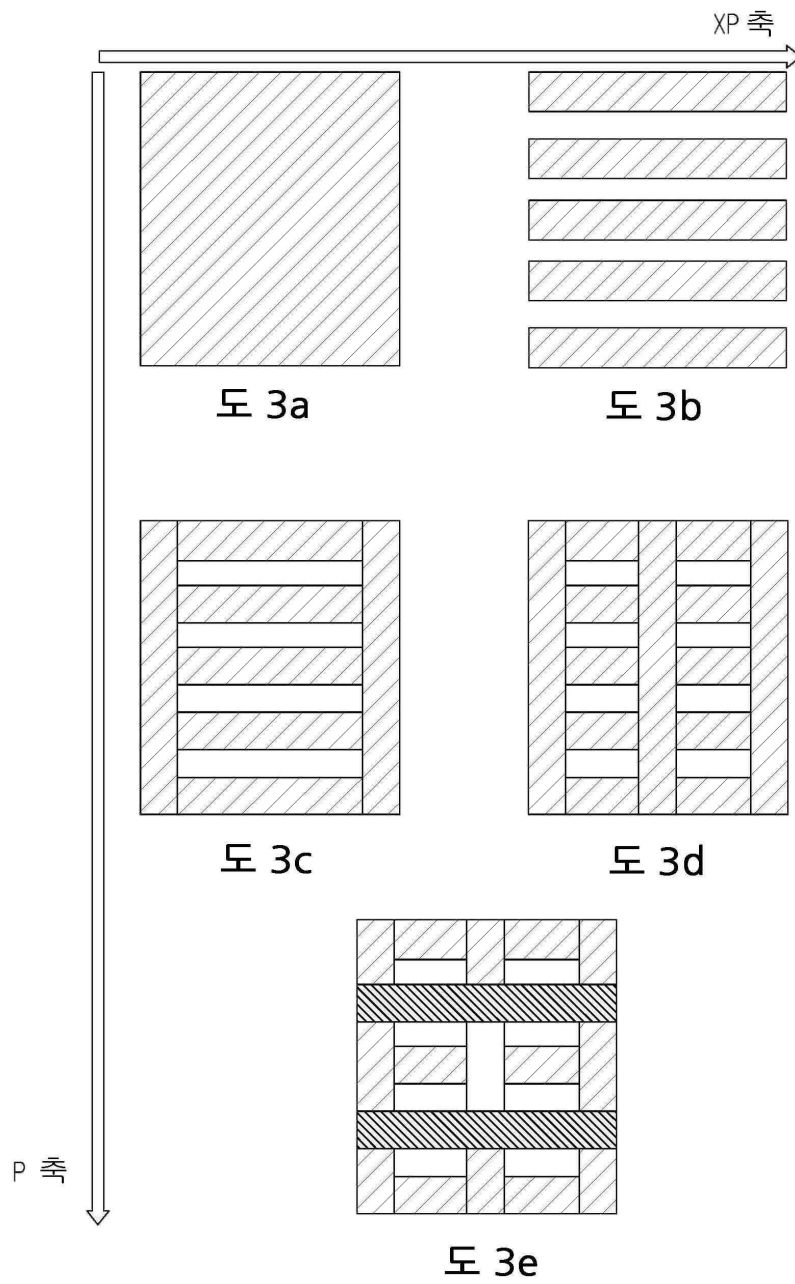
도면2f



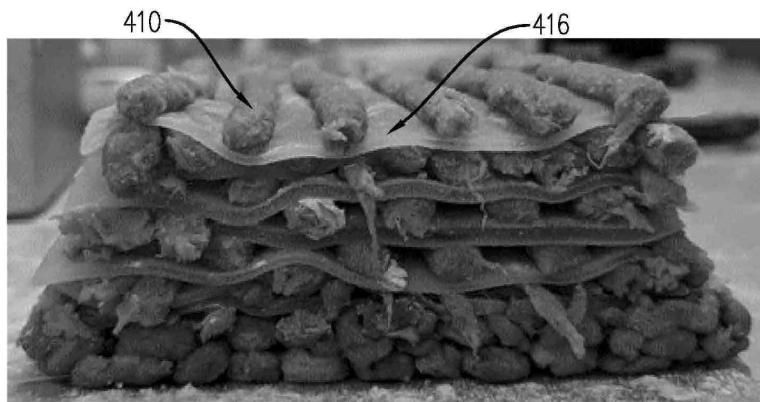
도면2g



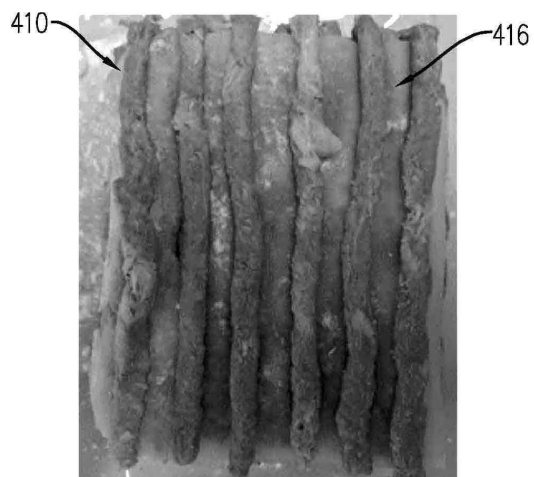
도면3



도면4a



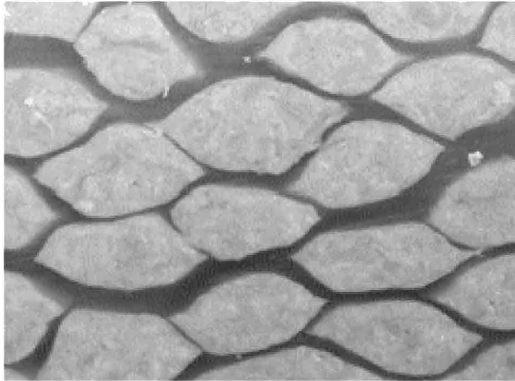
도면4b



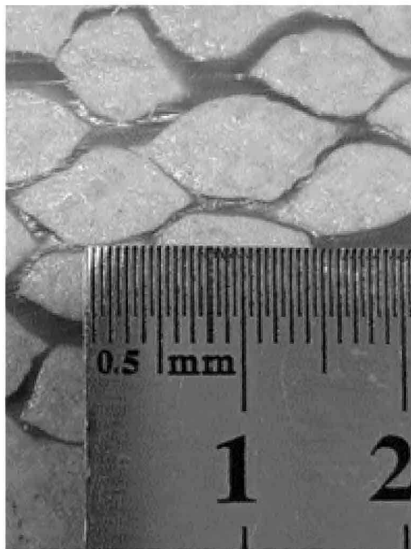
도면4c



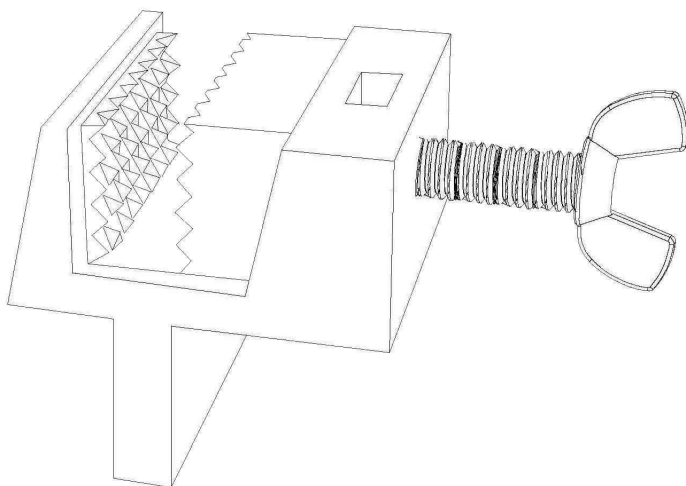
도면5a



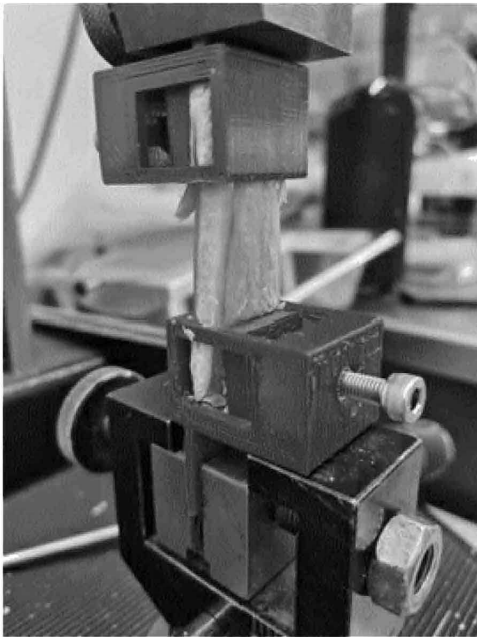
도면5b



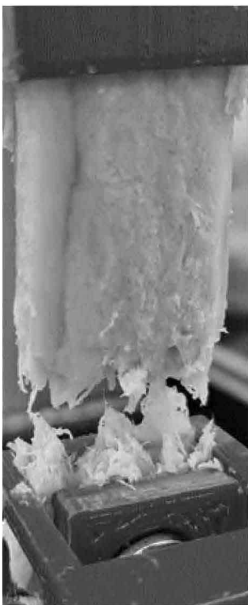
도면6a



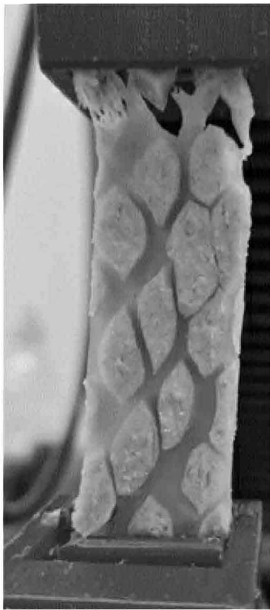
도면6b



도면7a



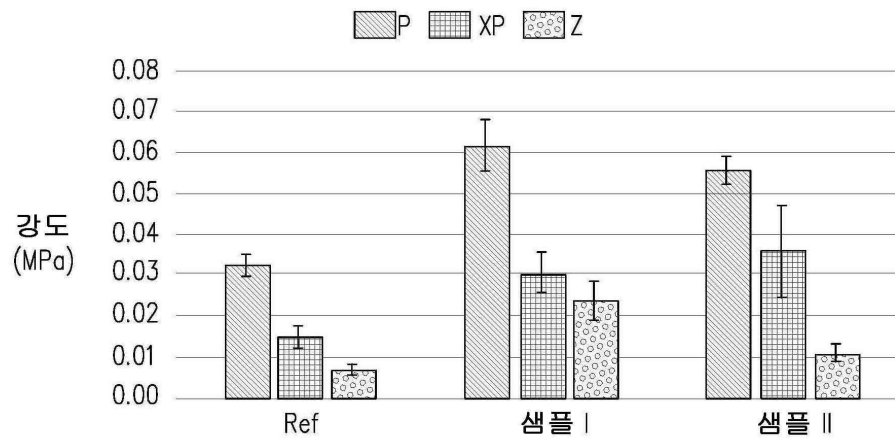
도면7b



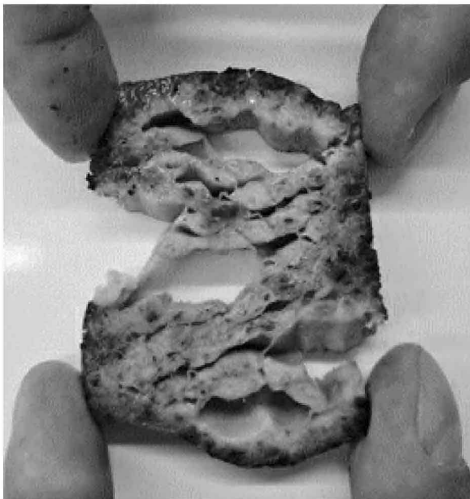
도면7c



도면8



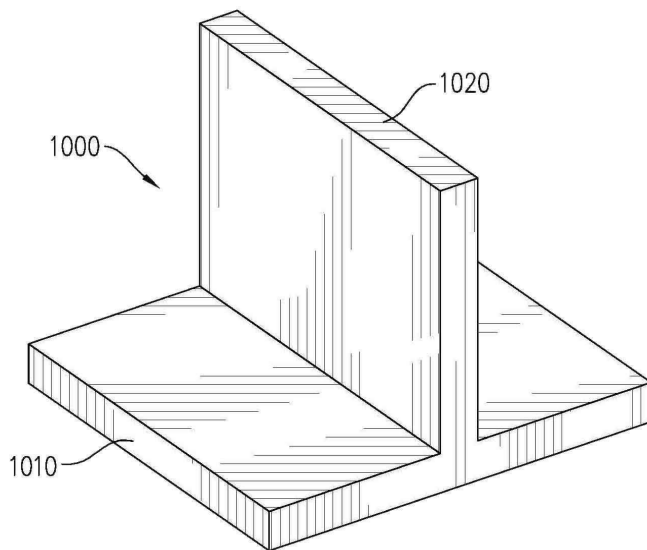
도면9a



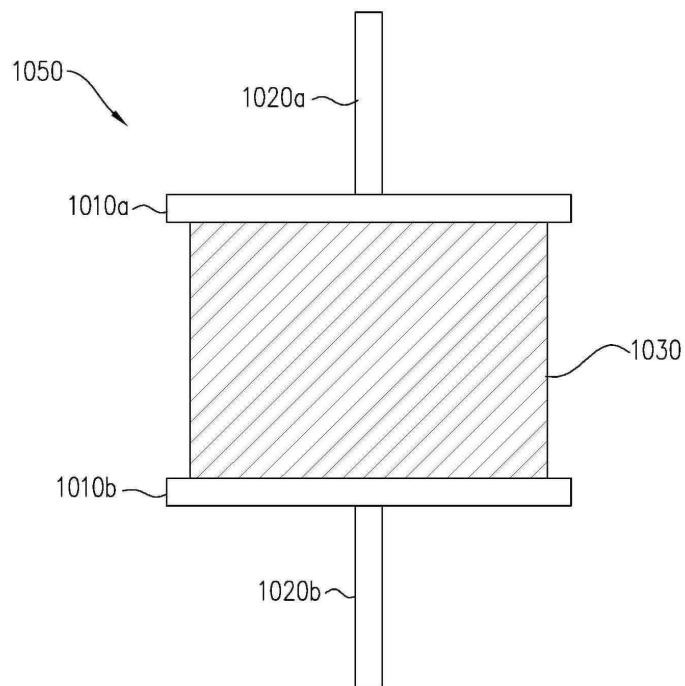
도면9b



도면10a



도면10b



도면10c

